

**HWS – Verletzungen
Behandlung und Behandlungsergebnisse**

Rudolf Zöls

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551924_0097

Aus der Chirurgischen Klinik
der Universität München
Direktor: Prof. Dr. Heberer

HWS - Verletzungen,
Behandlung und Behandlungsergebnisse

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig - Maximilians - Universität
zu München

vorgelegt von
Rudolf Zöls
aus Rotthalmünster

München 1974

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Heberer

2. Berichterstatter: --

Dekan: Prof. Dr. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 9.7.1974



Inhaltsverzeichnis

- I) Anatomie und Funktion der HWS
- II) Pathologie der HWS
- III) Traumatologie der HWS
 - A) Verletzungsmechanismen
 - B) HWS-Verletzungen
 - C) Lokalisation
 - D) Symptomatologie
 - E) Neurologische Komplikationen
 - F) Nebenverletzungen
 - G) Mortalität
- IV) Diagnostik
- V) Behandlung
 - A) Konservative Behandlung
 - B) Operative Behandlung
 - C) Abwägen der verschiedenen Behandlungsmethoden
 - D) Übungs- und Nachbehandlung
- VI) Behandlungsergebnisse
 - A) Heilungsverlauf und Heilungsdauer
 - B) Erwerbsminderung
- VII) Diskussion
- VIII) Zusammenfassung

In Anbetracht der immer weiter fortschreitenden Motorisierung, der wachsenden Verkehrsdichte und der daraus resultierenden Vielzahl von Unfällen erschien es interessant, eine der Verletzungen, die in den letzten Jahren erheblich zugenommen hat (56), zu untersuchen: Die Verletzung der HWS. Begriffe wie "Schleudertrauma" und "Peitschenschlagverletzung" werden in diesem Zusammenhang oft diskutiert. Weitere Ursachen für derartige Verletzungen sind der Sturz von einem Gerüst oder der Kopfsprung in seichtes Gewässer.

Im Rahmen meiner Arbeit habe ich 150 derartige Fälle anhand von Krankenblättern, Gutachten und Nachuntersuchungen der Süddeutschen Tiefbau-Berufsgenossenschaft, der Bayerischen Bau-Berufsgenossenschaft, der Berufsgenossenschaft für Eisen und Stahl, der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft Oberbayern, der Berufsgenossenschaft für Fahrzeughaltungen und des Unfallkrankenhauses Murnau vom Zeitraum 1962 - 1972 durchgearbeitet. Eine der gestellten Aufgaben war es, Höhe und Dauer der Berentung zu untersuchen. Eine durchgeführte Fragebogenaktion konnte wegen der mangelnden Mitarbeit der Betroffenen nicht ausgewertet werden, so daß die Diskrepanz zwischen subjektiver Aussage und objektiv erfaßbaren Befunden nicht geprüft werden konnte.

I) Anatomie und Funktion der HWS

Die Wirbelsäule des Menschen ist als eine Einheit aufzufassen, die zusammen mit Bändern und Muskulatur unter dem Zwang der aufrechten Haltung etwa der Konstruktion eines Schiffmastes entspricht. Bandapparat und Muskulatur halten die Wirbelsäule im Gleichgewicht. Sie sind es aber nicht allein, die die Form der Wirbelsäule aufrecht erhalten. Auch nach Entfernung der Bänder und der Muskulatur wahrt die Wirbelsäule ihre Eigenform, nämlich die dreifache, in sich gegensätzliche Ausbiegung des Hals-, Brust- und Lendenabschnittes.

Das wesentliche Merkmal der Wirbelsäule liegt in der Unterteilung ihrer Bauelemente in starre und elastische Baukörper. Dabei stellt der Wirbelkörper mit seinen Bogen-, Gelenk-, Quer- und Dornfortsätzen den starren und unelastischen knöchernen Bauteil dar. Der Wirbelkörper ist aufgebaut aus einem Spongiosagerüst, das sich aus zahlreichen dünnen, vielfach durchlöcherten Knochenbälkchen zusammensetzt, wobei die Wirbelkörperdeck- und -grundplatten verstärkt sind.

Die eigentliche Knochenrinde des Wirbelkörpers ist verhältnismäßig dünn ausgebildet. In der Rindenschicht finden sich mehr oder weniger große Löcher, die den Gefäßeintrittsstellen entsprechen. An den Abgangsstellen der Bogen, an den Bogenwurzeln ist eine kräftige Kompakta ausgebildet. Die Wirbelbogen bilden zusammen mit der Hinterfläche der Wirbelkörper den Rückenmarkskanal (39), dessen Weite von cranial nach caudal abnimmt (2). Die Bogen sind stark und kräftig gebaut und tragen die Gelenk-, Quer- und Dornfortsätze. Gleichzeitig bilden sie zusammen mit der Hinterfläche der Wirbelkörper die Zwischenwirbellöcher, deren Form an den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten wechselt, und die eine besondere Bedeutung wegen des Durchtrittes der Nervenwurzeln haben. Zu den elastischen Bauteilen der Wirbelsäule gehören die Bandscheiben sowie der Band- und Muskelapparat. Die Bandscheibe

ist eingeschaltet zwischen zwei knöchernen Bauteilen, nämlich den benachbarten Wirbelkörpern. Sie setzt sich zusammen aus dem Faserring (Anulus fibrosus) und dem Gallertkern (Nucleus pulposus). Der Faserring wird aus einem symmetrisch angeordneten, konzentrisch gelagerten Faserknorpel gebildet und umgibt allseitig den sog. Gallertkern.

Im Hinblick auf den Verletzungsmechanismus erscheint noch bemerkenswert, daß Wirbelkörper und Zwischenwirbelscheiben je nach dem Wirbelsäulenabschnitt in ihrem Bau erheblich voneinander abweichen. Im Bereich der HWS sind die Abschlußflächen sattelförmig ausgebildet. Die Grundflächenform des Wirbelkörperzylinders ist viereckig. Infolge der sattelförmigen Ausbildung der oberen Abschlußflächen findet sich eine starke laterale Überhöhung ihrer seitlichen Ränder (29). Diese lateralen Überhöhungen werden als Processus uncinati bezeichnet und sollen nach Luschka echte Gelenke bilden, da sie Knorpelbeläge tragen (17). Töndury lehnt jedoch diese Annahme ab.

Auch der Bau der kleinen Wirbelgelenke ändert sich von einem Wirbelsäulenabschnitt zum anderen. Im Bereich der HWS verlaufen die Querprofile der kleinen Gelenke horizontal, so daß sich eine Beugung der HWS unmittelbar auswirkt (39). Die kleinen Wirbelgelenke dienen im Gegensatz zu den Bandscheiben nicht als Vermittler der Beweglichkeit der Wirbelsäule. Sie bestimmen vielmehr den Grad des Bewegungsausfalls ihres Wirbelsäulensegmentes, dienen also der Schienung bzw. Führung der Bewegungen und sind zugleich Sperrvorrichtungen gegen zu große Bewegungsausschläge (38).

Wichtig für den Aufbau der Wirbelsäule sind vor allem auch die Bänder und die Muskulatur. Der Bandapparat besteht aus 3 Längsbändern (Lig. longitudinale anterior, posterior und supraspinale), Ligg. flava (interarcualia), den Ligg. interspinalia und den schlaffen Wirbelgelenkkapseln.

Zwischen dem hinteren Längsband an der Wirbelkörperhinter-

fläche findet sich ein Venengeflecht, das die Wirbelvenen aufnimmt. Das venöse Blut des Rückenmarks und eines Teiles der Wirbelkörper sammelt sich im Plexus venosus vertebralis internus. Die arterielle Versorgung der Wirbelsäule kommt von den Rami spinales. Diese entspringen im Halsteil aus der Arteria vertebralis (für den 1. bis 6. Halswirbel) und aus der Arteria cervicalis ascendens vom Truncus thyreo-cervicalis (für den 4. bis 6. Halswirbel). Die einzelnen Versorgungsgebiete anastomosieren miteinander. Die Art der Gefäßversorgung spielt für den Sitz begleitender Blutergüsse und die Ausheilungsvorgänge eine Rolle.

Bei den Muskeln unterscheidet Benninghoff (2) zwei größere Gruppen:

- 1) Die oberflächliche Muskelschicht bestehend aus platten Muskeln, die zur oberen Extremität ziehen bzw. solche, die ihren Ursprung von der Wirbelsäule nehmen und an den Rippen ansetzen.
- 2) Die tiefe Muskelschicht (autochthone Rückenmuskulatur), die in ihrer Gesamtheit den Erector trunci bilden.

Die Muskeln sind die aktiven Verspanner der Wirbelsäule, ihre gesamte Verspannungsleistung beträgt nach Keller etwa 1000 kg. Ohne ihre Mitwirkung wäre die aufrechte Haltung des Menschen nicht möglich (42).

Durch ihre große Eigenbeweglichkeit und Eigenelastizität ist die Wirbelsäule in der Lage, selbst größere traumatische Einwirkungen ohne Schaden zu überstehen. Die Unterteilung in drei gegeneinander asymmetrisch gebogene Abschnitte und die funktionelle Segmentierung dieser Abschnitte in feste und elastische Baukörper ist im Hinblick auf die Funktion überaus zweckmäßig. Die Wirbelsäule ist dadurch in der Lage, unter dem Einfluß axialer Kräfte federnd nachzugeben und wird nach Liechti in toto zu einem federnden Puffer (28).

Variationen der HWS

Die Abschnitte der Wirbelsäule zeigen nicht immer die selben Zahlenverhältnisse, denn die Gesamtzahl der Wirbel kann vermehrt oder vermindert sein. Der letztere Fall betrifft wohl stets das craniale oder caudale Ende der Wirbelsäule. Es werden in der Entwicklung mehr Ursegmente angelegt als Wirbel entstehen.

Am cranialen Teil liefern die vordersten drei bis vier Ursegmente Material, das in den Aufbau des Schädels eingeht. Die Zuteilung dieses Materials wird schon vollzogen, bevor es zu Wirbeln geworden ist. An der Grenze zwischen Schädel und Halswirbelsäule und an der Halswirbelsäule sind folgende Variationen möglich:

- 1) Der Atlas wird mehr oder weniger dem Schädel einverleibt, indem er mit ihm synostosiert und nur in Resten äußerlich sichtbar bleibt, sog. Assimilation des Atlas.
- 2) Bei normalem Atlas werden in der Umgebung des Foramen magnum Teile eines Wirbels mit Bogen und Querfortsätzen sichtbar. In diesem Fall ist das Material des letzten in den Schädel aufgenommenen Ursegments zur Wirbelform ausgebildet, es liegt eine Manifestation des letzten, normalerweise im Schädel untergetauchten Wirbels vor (2).
- 3) Der Sulcus arteriae vertebralis wird zum Foramen arcuale (=Kimmerle'sche Anomalie) umgebildet (8).
- 4) Der Dens epistrophei (= axis) fehlt vollkommen, was zu einer abnormen Beweglichkeit im Atlas-Axisgelenk führt (53).
- 5) Die Verbindung des Dens zum 2. Halswirbel unterbleibt, der Dens ist also isoliert (8).
- 6) Das Auftreten von Halsrippen, indem das Tuberculum anterius des 7. Halswirbels entweder nur vergrößert ist oder als beweglicher Rippenrest abgegliedert ist. Auch am 6. und sogar am 4. Halswirbel kommen Halsrippen vor (2).

- 7) Spaltbildungen im vorderen und hinteren Atlasbogen, deren Vorhandensein zu Fehldeutungen im Röntgenbild Anlaß geben kann (1).

All diese Anomalien gewinnen erst in dem Augenblick an Bedeutung, wenn Gewalteinflüsse auftreten (8).

II) Pathologie der HWS

Wie bereits erwähnt, ist die Wirbelsäule aufgrund ihrer Gliederung in feste und elastische Baukörper relativ widerstandsfähig gegen Gewalteinwirkungen. Störungen oder Fehler in der Konstruktion, in der Funktion oder Koordination des funktionellen Systems bedingen in jedem Fall eine Schwächung der kinetischen Kette und damit eine leichtere Verletzlichkeit der Wirbelsäule. Eine vorgeschädigte HWS ist also anfälliger als eine gesunde. Es ist daher notwendig, auf einige pathologische Abläufe näher einzugehen (39).

Die degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule des Menschen sind schicksalsmäßige Aufbraucherscheinungen. Sie stellen den Tribut für das Naturgeschenk des aufrechten Ganges dar (Reischauer). Es handelt sich hierbei in erster Linie um statisch bedingte Abnutzungsvorgänge, die für die Pathogenese einer ganzen Reihe krankhafter Zustände im Gebiet der Schulter, der oberen Extremität, des Kopfes und selbst der inneren Organe verantwortlich sind. Die Spondylosis deformans betrifft alle Bauelemente der Wirbelsäule gleichermaßen. Dabei ist der zeitliche Ablauf wie die Differenzierung der pathologischen Veränderungen von den anatomischen Gegebenheiten dieser Bauelemente (Wirbel-, Bandscheiben-, Gelenkverbindungen) abhängig.

Die Reaktionsgeschwindigkeit der einzelnen Bestandteile der Wirbelsäule, d.h. die Beantwortung innerer Strukturver-

änderungen mit äußeren Formwandlungen, ist naturgemäß verschieden. Letzten Endes münden alle degenerativen Prozesse in den Zustand, den wir in einem weitgefaßten Sinne als Osteochondrosis vertebralis bezeichnen und in der auch der viel diskutierte Bandscheibenvorfall nicht als besonderes Krankheitsbild, sondern als Teilstück im Gesamtablauf steht. Die nicht zu trennenden Zusammenhänge zwischen Diskusprolaps und Spondylosis deformans treten im Gebiet der HWS deutlicher in Erscheinung als in allen übrigen Abschnitten der Wirbelsäule. Bekanntlich nehmen die degenerativen Veränderungen der Wirbelsäule ihren Anfang am augenfälligsten in den hochdifferenzierten Bandscheiben. Nach Schmorl beginnen sie mit einem Elastizitätsverlust der Gallertkerne durch Austrocknung. Der Herabsetzung des Quellungsdruckes der Zwischenwirbelscheibe folgt als sichtbare Strukturveränderung eine Auflockerung der konzentrischen Lagen des Faserings und es kommt zur Bildung von Rissen, durch welche Substanzteile des Nucleus pulposus nach außen treten können und den berühmten Nucleus pulposus-Prolaps bilden. Bereits im Stadium der Viskositätsverminderung und der Auffaserung des Anulus fibrosus kommt es aber unter der Einwirkung der Körperlast zu einer Abnahme der Bandscheibenhöhe zugunsten ihres horizontalen Durchmessers. Die Zwischenwirbelscheibe quillt jetzt zwischen den Wirbelkörpern seitlich hervor (=Diskusprolaps) und kann deren Kanten allseitig überragen, wobei die Anordnung der Ligamente den Verschiebungen der Bandscheibenmassen bestimmte bevorzugte Bahnen zuweist. Die Höhenabnahme der Zwischenwirbelscheibe bedingt nun einmal ein Zusammenrücken der angrenzenden Wirbel, deren Kanten im extremen Falle direkt aufeinander liegen und aneinander scheuern; andererseits bewirken die horizontal verlagerten Diskusteile über die zu den Randleisten der Wirbelkörper ziehenden Sharpey'schen Fasern hier in schräger Richtung Zug und Zerrung, die zu osteophytären Reaktionen, den bekannten Randwülsten und Randzacken im Röntgenbild führen. Mit dem Zusammenrücken der

Wirbelkörper kommt es zugleich zu Verschiebungen und Verkantungen der Facetten an den Zwischenwirbelgelenken, deren Bewegungsmechanismus sich damit ändert und arthrotische Prozesse verursacht. Der verhängnisvolle Kreis Bandscheibe - Wirbel - Zwischenwirbelgelenk ist nunmehr geschlossen. In ihm vollzieht sich die Degeneration der Wirbelsäule, die sich zusammensetzt aus

- a) dem Bandscheibenverschleiß mit Lockerung, Rißbildung und Prolaps
- b) dem reaktiven Umbau der Wirbelkörper (=Spondylosis deformans) mit Randzacken und Wülsten sowie Deformierung
- c) der Arthrosis deformans der kleinen Wirbelgelenke (=Spondylarthrosis deformans) (17).

Aus der Vielzahl der anderen möglichen Erkrankungen der Wirbelsäule sei noch eine chronische entzündliche Erkrankung mit rheumatischer Genese hervorgehoben: der Morbus Bechterew. Man unterscheidet zwei sog. klassische Formen:

- a) Typ Bechterew (absteigend) an den Kopfgelenken und der HWS beginnend.
- b) Typ Pierre Marie, Bechterew, von Strümpell (aufsteigend) an der Lendenwirbelsäule und den Iliosakralgelenken beginnend.

Die Bechterew'sche Erkrankung befällt vorwiegend Männer im dritten Lebensjahrzehnt. Im Vordergrund steht die Veränderung der Zwischenwirbelgelenke, welche auf dem Weg über eine Entzündung zunächst fibrös, später fakultativ auch knöchern versteifen. Daneben können die Ligg. ant., post., flava sowie supra- und interspinalia verkalken. In der Folge kommt es durch Sklerosierung und Verknöcherung des gesamten Wirbelsäulen-Apparates (Bambusstab-Wirbelsäule) und Ankylose der Iliosakralgelenke zu einer vollständigen Wirbelsäulenversteifung, meist in starker Kyphose (53).

Wie bereits vorher kurz erwähnt, sind diese pathologischen Veränderungen die Ursache für eine Anzahl von Beschwerden.

Man unterscheidet zwischen direkten (Druckschmerz, Stauungsschmerz, Bewegungsschmerz), indirekten Symptomen (z.B. in der Halsregion Schluckbeschwerden, in der Kopfregion Halbseitenkopfschmerz oder Hemikranie und in der Schulter-Arm-Region Neuralgie usw.) und vegetativen Symptomen (z.B. "Pseudo-Angina-Pectoris") (17).

Migraine cervicale ist ein häufig gebrauchter Begriff, der im Zusammenhang mit der allgemeinen Symptomatologie einer gesonderten Betrachtung bedarf. Nach der Genese unterscheidet man:

a) Atraumatisches HWS-Syndrom (Barré-Liën-Syndrom)

Es treten Hinterkopfschmerzen mit Druckgefühl hinter den Augen, Schwindel, Gleichgewichtsstörungen, Augenflimmern und vasomotorische Störungen auf. Die Ursache liegt in einer Irritation der Arteria vertebralis und des Plexus sympathicus durch Zervikalarthrose.

b) Traumatisches HWS-Syndrom (Bärtschi - Rochaix 1949)

Nach Einwirken eines Traumas auf die HWS, in Ausnahmefällen nur von direkter Art, finden wir ebenfalls Hinterkopfschmerzen, evtl. in Verbindung mit Sensibilitätsstörungen, Bewegungseinschränkung der HWS in Seitneigung und Rotation, Schwindelanfällen, Augenflimmern und neurovegetativer Dysregulation. Mögliche Ursachen sind Zerrungen, Dehnungen der Bänder und Gelenkkapseln, Wirbelblockierungen und Subluxationen. Dabei ist jedoch die Abgrenzung von traumatischen Schäden und psychischer Überlagerung oft schwer (53).

III Traumatologie der HWS

A) Verletzungsmechanismen

Bei Wirbelsäulenverletzungen gibt der Verletzungsmechanismus der Verletzungsform ein charakteristisches Gepräge und ist auch für die Therapie von Wichtigkeit (20). Bis zu einem gewissen Grad ist die Form des Wirbelbruches auch abhängig vom Sitz der Verletzung, dem betroffenen Wirbelsäulenabschnitt. Dazu spielt der physikalische und kolloidchemische Zustand der Bandscheiben beim Bruchmechanismus eine Rolle, was Göcke eindeutig zeigen konnte. Wie bereits erwähnt, bedingen die bei den Degenerationsprozessen auftretenden Zustandsänderungen der Bandscheiben den teilweisen oder völligen Verlust ihrer Elastizität. Die Sprengkraft des Gallertkernes wird herabgesetzt oder aufgehoben, so daß die Elastizitätsgrenze leichter überschritten wird. Es überwiegen reine bzw. isolierte Stauchungs- oder Biegebürche (39).

Nicht nur der Zustand der Bandscheibe, sondern auch das Alter des Verletzten allein spielt bei der Auswirkung des Traumas eine Rolle, wie Töndury anhand von Strukturuntersuchungen der HWS in den verschiedenen Lebensabschnitten nachweisen konnte. Gelehrter spricht im Zusammenhang mit Rissen des vorderen Längsbandes im Bereich der HWS von der Tatsache, daß ein jüngeres Individuum ein Trauma auf die HWS meistens reflektorisch durch Beugung des Kopfes mit Abflachung der Halslordose abfängt, wodurch es wegen der Beugung der HWS nur zu einer Verletzung mit Flexionsmechanismus kommen kann (Luxation nach vorne, Kompressionsfraktur). Da bei älteren Menschen hingegen die HWS meistens in Hyperlordose fixiert ist - Verstärkung der Brustkyphose führt kompensatorisch zur Verstärkung der Halslordose - kann der geschilderte Abwehrmechanismus nicht ablaufen, und es resultiert hieraus eine ganz andere Verletzungsform. So wirkt sich das Trauma bei Hyperlordosierung im Sinne einer Hyperextension aus und führt bei genügender Stärke zum Riß des vorderen Längsbandes,

einer wesentlich schwereren Schädigung als die oben angedeuteten Verletzungsformen (38).

Dem Verletzungsmechanismus nach unterscheiden wir:

- 1) direkte Gewalteinwirkung, mit dem Sitz der Verletzung am Ort ihres Auftretens.
- 2) indirekte Gewalteinwirkung, wobei das Trauma
 - a) die Wirbelsäule in der Längsrichtung als reine Stauchung treffen kann,
 - b) die Wirbelsäule nach vorne beugen kann, wobei meistens abscherende Kräfte mitwirken (Hyperflexion),
 - c) die Wirbelsäule nach hinten überstrecken kann (Hyperextension),
 - d) im Sinne einer Drehung um die Längsachse auf die Wirbelsäule einwirken kann (Rotation).

Reine Stauchungsbrüche sind selten. Meistens handelt es sich um ein Zusammenspiel zwischen stauchenden, beugenden und abscherenden Kräften. Ein wesentliches Kennzeichen des indirekten Verletzungsmechanismus ist demnach das Auftreten der Verletzungszeichen, hauptsächlich des Bruches, entfernt vom Ansatzpunkt der Gewalt, aber im Zentrum der größten Kraftentfaltung. Die Gewalt, die die Wirbelsäule trifft, pflanzt sich in der Wirbelkörper-, Bandscheibenreihe fort, wobei der Nucleus als aufnehmendes und lastverteilendes Organ eine große Rolle bei der Umwandlung der Energie in den statischen Zustand des Bruches spielt.

Soweit das Unfallereignis aus den Krankenblättern rekonstruiert werden konnte, überwiegen bei den eigenen Untersuchungen die indirekten Gewalteinwirkungen auf die HWS bei weitem. Es fanden sich 121 (80,67 %) indirekte und 29 (19,33 %) direkte Verletzungen. Dieses Ergebnis wird in der Literatur durch Lob (39), L. Böhler (5) u.a. bestätigt.

Als Ursachen direkter Gewalteinwirkung kommen Überfahrenwerden, Fallen eines Gegenstandes oder Sturz des Körpers auf Treppenkanten, Schienen usw. in Betracht (39). In den Unfallanamnesen indirekter Traumatisierung der HWS findet man immer

wieder Sturz auf den Kopf aus großer Höhe, Verkehrsunfall mit dem Motorrad oder Pkw und unter den Sportverletzungen vor allem den Kopfsprung in zu seichtes Wasser (10). Nach Meinecke (44) hat gerade diese Verletzung in den letzten Jahren erschreckend zugenommen.

Im eigenen Krankengut teilen sich die Unfallhergänge wie folgt auf:

Verkehrsunfälle	: 73 (48,67 %)
Stürze	: 55 (36,67 %)
Fallen eines Gegenstandes	: 14 (9,33 %)
Kopfsprünge in seichtes Wasser	: 5 (3,33 %)
Unfälle anderer Art	: 3 (2,00 %)

Gelehrter und Vitali (56) jedoch kommen 1960 zu anderen Ergebnissen. Sie finden bei einer Gesamtzahl von 128 HWS-Verletzten als Unfallursachen:

Verkehrsunfälle	: 31 (24,21 %)
Sturzereignisse (Verkehrsunfälle ausgenommen)	: 97 (75,79 %)

Nach Campanacci beruhen 55 % der HWS-Läsionen auf Verkehrsunfällen.

B) HWS-Verletzungen

Aus den Gewalteinwirkungen auf die Wirbelsäule resultieren Verletzungen, die man folgendermaßen einordnen kann (28):

- 1) Kontusionen und Distorsionen
- 2) Isolierte Bandscheibenverletzung
- 3) Isolierter Wirbelkörperbruch
- 4) Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenverletzung
- 5) Vollausgebildete Wirbelsäulenverletzung
 - a) Wirbelkörperbruch mit Bandscheiben-, Bogen-, Querfortsatz-, Bänder-, Muskel-Beteiligung
 - b) Luxationsfraktur
- 6) Echte Luxation
- 7) Isolierter Bogen- und Fortsatzbruch

Ad 1) Es sind alle jene Fälle, die zwar klinisch mehr oder weniger ausgesprochene Zeichen einer Verletzung, wie Schmerzen, Schwellungen, Blutergüsse und Bewegungseinschränkungen aufweisen, aber einen negativen Röntgenbefund ergeben und meist kein längeres Krankenlager bedingen (39).

Nach Erdmann (16) sind hier auch die leichteren Formen von Schleuderverletzungen einzuordnen. Kuhlendahl (42) weist jedoch ausdrücklich darauf hin, daß - auch bei klinisch nicht faßbaren Verletzungen dieser Genese - immer eine Schädigung nervaler und vasaler Strukturen erfolgt, die dann lange anhaltende Beschwerden verursachen. Erdmann aber hält diese für eine psychische Fehleinschätzung der Schwere der Verletzung (siehe auch hierzu Kapitel Schleudertrauma).

Ad 2) Man rechnet dazu jede durch eine starke Gewalteinwirkung entstehende Quetschung oder Zerreißung einer oder mehrerer Bandscheiben. Die Quetschung kommt zustande bei schweren Stauchungen mit Abscherkräften und bei Überstreckung einzelner HWS-Abschnitte (39).

Eine Zerreißung der Bandscheibe und der kräftigen Bänder aber entsteht nur durch Rotationsmechanismen, denn hierfür gibt es keinerlei äußerliche Hemmung. In experimentellen Untersuchungen hat Roaf nachgewiesen, daß es weder bei reinen Flexionsmechanismen noch bei reinen Hyperextensionsmechanismen zu einer Zerreißung von Bandscheiben und Bändern kommt. Eine Ausnahme bilden nach Schlegel (59) alte, osteochondrotische Halswirbelsäulen, bei denen auch ein reiner Extensionsmechanismus zur Bandscheibenzerreißung führen kann. Es kommt jedoch zu keiner Wirbelkörperverletzung. Aus der isolierten Bandscheibenverletzung resultieren Verschiebungen von Masseteilen der Bandscheiben nach vorne, seitlich oder hinten. Der Gallertkern kann dabei vollständig in irgendeine Richtung vorfallen. Dabei kommt es zu mehr

oder weniger starken Blutungen. Differentialdiagnostisch ist hiervon die degenerative Veränderung der Bandscheibe aufgrund pathologischer Vorgänge abzugrenzen.

Dieses kann entweder durch die Diskographie (siehe Kapitel Diagnostik) oder röntgenologisch anhand von Verlaufskontrollen 4 bis 6 Wochen nach dem Unfallereignis (siehe Kapitel Erwerbsminderung) geschehen.

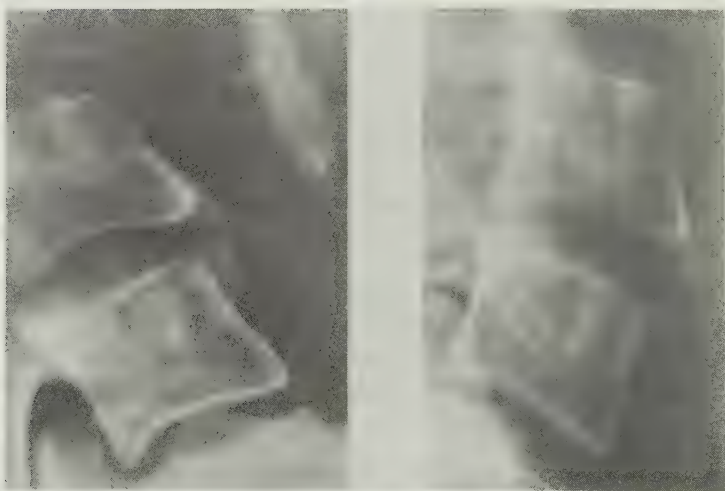


Abb. 1 a + b 30 Jahre, weiblich. Zustand nach sog. Schleudert trauma mit isolierter Bandscheibenzerreißung C 5/C 6. 8 Wochen nach dem Unfallereignis erkennt man deutliche ventrale Spangenbildungen. Die Funktionsaufnahmen ergeben noch keine stabile Ausheilung.

Ad 3) Hierbei handelt es sich nach Lob (39) um den "klassischen" Wirbelbruch mit leichter keilförmiger Verschmälерung eines oder mehrerer Wirbelkörper. Es ist die leichteste Form der Wirbelkörperverletzung und wurde zuerst von Middeldorf beschrieben (54). Die Bandscheiben sind in ihrem Gefüge erhalten, an den Wirbelbogen und Gelenkfortsätzen finden sich keine Frakturen. Bei ausgeprägter keilförmiger Deformierung stehen die

Gelenkfortsätze jedoch in Subluxationsstellung. Im Röntgenbild sieht man hierbei die unterschiedlich stark ausgeprägte, meist nach ventral, in seltenen Fällen auch nach lateral gerichtete, keilförmige Deformierung des Wirbelkörpers, erhaltene Deckplattenkonturen und bandartige Verdichtungszone als Zeichen der ineinander gestauchten Spongiosabalkchen.

- Ad 4) Die folgenschwerste und prozentual häufigste Wirbelkörperverletzung ist der Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenbeteiligung. Sie tritt sehr oft an der unteren HWS auf (54). Risse und Spaltbildungen durchziehen entweder die ganze Bandscheibe oder nur Teile von ihr. Der Faserring kann dabei von außen betrachtet unbeschädigt sein, zeigt sich jedoch auf Horizontalschnitten zerklüftet. Er kann aber auch von einer der benachbarten Wirbelkörperleisten abreißen. In diesem Fall ist die Bandscheibe meist nach vorne oder seitlich verschoben, so daß sie den Wirbelkörper überragt (39). Die Abtrennung vom isolierten Wirbelkörperbruch kann nur röntgenologisch erfolgen. Die Frakturzeichen sind in der Regel stärker ausgebildet. Man erkennt türflügel- oder trichterförmige Deckplatteneinbrüche und unterschiedlich keilförmige Kantenabstauchungen, die beim Vorliegen eines Flexionsmechanismus ventral, beim Vorliegen eines Hyperextensionsmechanismus dorsal gelegen sind. Wenn es nicht zum Deckplatteneinbruch sondern lediglich zur Zerreißung des äußeren Faserringes gekommen ist, kann die Diagnose Wirbelkörperverletzung mit Bandscheibenbeteiligung erst anhand von Verlaufskontrollen gestellt werden, wenn Veränderungen der Spondylosis deformans traumatica nachweisbar geworden sind (38).
- Differentialdiagnostisch sind vom isolierten Wirbelkörperbruch bzw. vom Wirbelkörperbruch mit Bandscheibenbeteiligung die nichttraumatischen Wirbelsäulenveränderungen abzugrenzen. Es seien hier die wichtigsten Irrtumsmöglichkeiten aufgezählt (41):
- a) Wirbelkörperverschmälerungen (Keilwirbelbildung)

aa) auf dem Boden angeborener Fehlbildungen.
Röntgenologisch sieht man hierbei eine normale Knochenstruktur, an der Keilform sind sowohl Deckplatte als auch Bodenplatte beteiligt. Als Zeichen einer Fehlbildung, die bereits in einer frühen Entwicklungsphase vorhanden ist, findet man ein kompensatorisches Wachstum des Wirbelkörpers unterhalb des Keilwirbels. Die Dornfortsätze klaffen nicht, sie sind im Gegenteil oft synostosiert. Der Wirbelkörper ist wenig oder gar nicht nach dorsal verschoben (45).

bb) durch Krankheiten.

In Frage kommen hier vor allem Verschmälerungen der Wirbelkörper infolge Altersosteoporosen und Osteoporosen anderer Entstehung: im Klimakterium, durch Cortisonbehandlung, bei auszehrenden Krankheiten, bei Stoffwechselstörungen, bei hormonellen Störungen. Weiter sind zu nennen entzündliche Erkrankungen, die anfangs ebenfalls verkannt werden können, nämlich die Osteomyelitis und die Tuberkulose. Auch primäre und sekundäre Tumoren können zu Wirbelkörperzusammenbrüchen führen.

- b) Einbrüche von Bandscheiben in den Wirbelkörper
Diese Einbrüche werden oft als traumatisch angesehen, sei es, daß man nicht ganz typische Schmorlsche Knorpelknötchen als traumatische Bandscheibenvorfälle anspricht, sei es, daß durch Erkrankungen die Stabilität der Deck- und Grundplatten leidet. Derartige Erkrankungen wurden vorher bei bb) schon genannt.

Beim echten Wirbelkantenabbruch zeigt sich im seitlichen Röntgenbild meist sehr gut die Abstauchung des annähernd dreieckigen Fragmentes, das dem Unfallmechanismus entsprechend verlagert ist. Die Begrenzungslinie zum Wirbelkörper hin ist unregelmäßig und kann als Folge der Ineinanderstauchung der Spongiosa Verdichtungszone zeigen. Ein deutlicher Spalt zwischen Wirbelkörper und Fragment weist darauf hin, daß Bandscheiben-

gewebe zwischen beide vorgepreßt wurde. In diesem Fall kann eine knöcherne Konsolidierung nicht eintreten. Je nach Ausprägung der Bandscheibenverletzung ist der Zwischenwirbelraum in seiner Höhe gemindert. Auch eine geringgradige Verschiebung der Wirbelkörperländer gegeneinander kann eine Bandscheibenbeteiligung anzeigen (54).

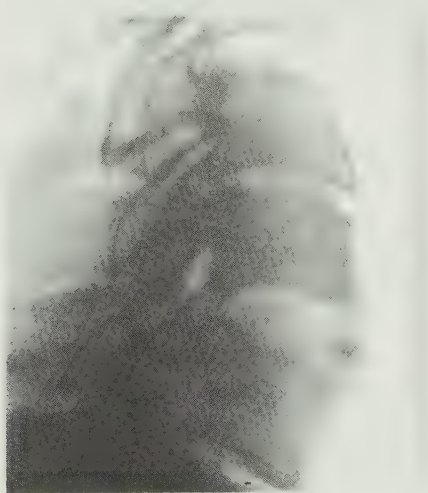


Abb. 2 Traumatische Zerreißung des Bewegungssegmentes C₆/C₇ mit kompletter Ruptur des vorderen Längsbandes und vorderer unterer Kantenaussprengung bei C₆. Das Bewegungssegment ist deutlich aufgeklappt, was auf eine totale Zerreißung der Bandscheibe C₆/C₇ schließen läßt.

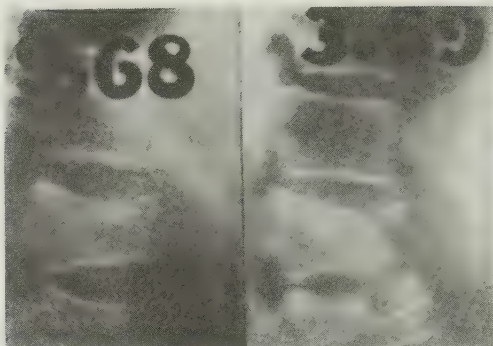


Abb. 3 Kompressionsbruch von C5 und C6 mit Vorderkantenabbruch und gleichzeitiger Bandscheibenbeteiligung.

- Ad 5) a) Die vollausgebildete Wirbelsäulenverletzung ist gekennzeichnet durch die mechanisch und dynamisch erklärbaren Beziehungen zwischen der "Explosion" der Bandscheibe und der dadurch bedingten Wirbelbruchform. Der Wirbelkörper zeigt ebenfalls große trichterförmige Einbrüche seiner Deck- und Grundplatten, während sekundär Wirbelbogen und Gelenkfortsätze in Mitleidenchaft gezogen werden und oft sogar frakturieren. Sekundär zerreißen auch Bänder und Muskeln. Manchmal erscheint der Wirbelkörper praktisch in mehrere Teile auseinandergesprengt. weit über den eigentlichen Bruchbezirk hinaus sind die Muskulatur und das praevertebrale Bindegewebe von Blutungen durchtränkt, die auch auf den Bandapparat übergreifen. Auch im Rückenmarkskanal kommen ausgedehnte Blutergüsse vor, die sich ebenfalls nach oben und unten sehr weit über die eigentliche Bruchstelle hinaus verteilen. Je nach dem Sitz der Verletzung kann man retropharyngeale, mediastinale oder retroperitoneale Blutungen beobachten. Auch das Rückenmark kann durch begleitende Blutergüsse in Mitleidenchaft gezogen werden (39).
- b) Die Luxationsfraktur ist eine Wirbelverschiebung mit Frakturen, worunter wir im Gegensatz zur echten Verrenkung jede

Verschiebung von Wirbelkörpern oder größerer Stücke derselben gegeneinander mit ein- oder doppelseitigen Brüchen der Bogen- und Gelenkfortsätze und Zerreißen der Bandscheiben verstehen (39).

Aufbau und Funktion der HWS bilden die Erklärung dafür, daß der größte Prozentsatz aller Luxationsfrakturen der Wirbelsäule im cervikalen Abschnitt lokalisiert ist. Hier bieten die Facies articulares einem ventralen Luxationsmechanismus wegen ihrer Stellung in der Frontalebene wenig Widerstand, relativ hohe Bandscheiben verbinden verhältnismäßig kleindimensionierte Wirbelkörper miteinander und die Beweglichkeit zeigt in allen drei Ebenen die stärksten Freiheitsgrade.

Grundsätzlich muß bei der Entstehung dieser Verletzung zwischen Überstreck- (Hyperextension) und Überbeugeverletzung (Hyperflexion) unterschieden werden. Meist spielen auch rotatorische Komponenten eine Rolle, seltener Längsstauchung oder direkte seitliche Gewalteinwirkungen. Begleitverletzungen am Schädel weisen oft bereits auf den Unfallmechanismus hin.

Ebenso wie bei den echten Luxationen dominieren auch bei den Luxationsfrakturen diejenigen, die durch extreme Überstreckung verursacht werden. Als Erklärung für diese Beobachtung führt J. Böhler an, daß das Kinn über dem Jugulum wesentlich früher eine kräftige Abstützung findet als das Hinterhaupt über der Nackenregion. Pathogenetisch verlaufen bei der Hyperextensionsverletzung die einzelnen Phasen des Unfallherganges über eine initiale Überstreckung des Kopfes, wodurch die dorsalen Bogenanteile aufeinander gepreßt werden. Häufig frakturiert nun der Wirbelbogen in Form eines Biegebrechtes. Bei Einwirkung rotatorischer Kräfte entstehen Fehlstellungen und evtl. Abscherfrakturen im Bereich der kleinen Wirbelgelenke. Die für die Luxationsfrakturen charakteristische Bandscheibenzerreißung wie auch die Rupturen des Kapsel-Bandapparates leiten die

Dislokation des Wirbelkörpers ein, der zumeist unter Einriß des vorderen Längsbandes nach ventral abgleitet. Wegen der Verschiebung des Wirbelkörpers nach vorne werden solche Luxationsfrakturen manchmal als Beugeverletzungen klassifiziert. Die Konsequenzen einer derartigen Fehlinterpretation sind dann zwangsläufig falsch gerichtete Repositionsmanöver - Maßnahmen also, die die Prognose erheblich verschlechtern. Klinisch finden sich die überstreckbedingten Luxationsfrakturen gehäuft im oberen Anteil der HWS. Neben den Dens-Frakturen mit Luxationsstellung des Atlas ist vor allem die Luxationsfraktur des 2. und 3. Halswirbelkörpers mit Bogenbruch des 2. Halswirbelkörpers ein oftmals wiederkehrender Befund (10). Der Bogenbruch wirkt in einer Vielzahl von Fällen nach einer Regel von L. Böhler lebensrettend: Verrenkungen ohne Bogenbruch führen bei einer Verschiebung von einer halben Wirbelkörperbreite sicher zur Abquetschung des Rückenmarks, während es bei Verrenkungen mit Bogenbruch trotz Verschiebung bis zur ganzen Wirbelkörperbreite manchmal unversehrt bleibt (20).

Die oben angegebenen Hyperextensionsfrakturen können auch im mittleren und unteren Anteil der HWS auftreten. Weiterhin gelangen sie gehäuft beim älteren Menschen mit degenerativer Vorschädigung des Achsenskeletts zur Beobachtung (20). Diese Gegebenheiten erklären die insgesamt schlechte Prognose. Auch gewinnen hier die experimentellen Untersuchungen von Taylor klinische Bedeutung. Mittels Kontrastfüllung gelang ihm an Leichenpräparaten der Nachweis, daß ein Überstreckungsmechanismus an einer spondylotischen HWS nahezu regelmäßig zu einer Protrusion der Ligg. flava in den bereits eingeengten Rückenmarkskanal führt. Hieraus kann eine zusätzliche Traumatisierung des Halsmarkes mit weiteren Konsequenzen resultieren (10).

Wesentlich seltener sind die Luxationsfrakturen nach Beugemechanismen, bei denen sich - entsprechend dem

Unfallhergang - oftmals Begleitverletzungen über dem Hinterkopf finden. Pathogenetisch führt die exzessive Inklinatation zunächst zu Rupturen am dorsalen Bandapparat. Frakturiert der Wirbelbogen vollständig oder kommt eine Luxation in den Gelenken des Wirbelbogens hinzu, disloziert der Wirbelkörper nach erfolgter Bandscheibenlösung zumeist in ventrolateraler oder ausschließlich ventraler Richtung (10) (nach Gelehrter und Vitalli in sehr seltenen Fällen auch nach dorsal). Röntgenologisch typisch ist dann die Abscherung der oberen Vorderkante des darunterliegenden Wirbels, der nicht selten zugleich eine Kompressionsfraktur aufweist. Blumensaat publiziert auch einen sagittalen Längsbruch des Wirbelkörpers (20). Bei Verrenkungen der kleinen Wirbelgelenke können die Gelenkanteile dann - wie bei den reinen Luxationen - subluxiert, reitend oder verhakt zueinander stehen (20). Klinisch finden sich die beugebedingten Luxationsfrakturen vorwiegend im mittleren und unteren Anteil der HWS. Oftmals weist die tastbare Diastase zwischen den Dornfortsätzen auf die ausgedehnten Zerreißen des dorsalen Bandapparates hin. Umfangreichere Zusammenstellungen zeigen auch hier, daß ohne den "rettenden Bogenbruch" im allgemeinen eine schwerwiegende und zumeist irreversible neurologische Symptomatik besteht (10).

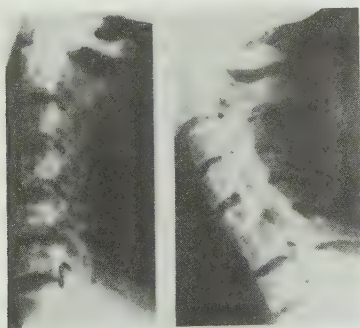


Abb. 4 a) Luxationsfraktur C5/C6 mit Hypaesthesie C6 bds. und re. Schulter.
b) Blockwirbelbildung 11 Jahre später, neurologisch unverändert.

Eine Sonderstellung unter den Luxationsfrakturen nimmt die Fraktur des Dens epistrophei ein. Sie ist die bekannteste und häufigste Läsion des atlanto-axialen Bereiches. Der Prozentsatz der Densfrakturen bei Wirbelsäulenfrakturen beträgt 1-2. Die Mortalität ist gering und auch bleibende neurologische Störungen finden sich wegen des großen Lumens des Rückenmarkkanals dort selten (60).

Wagner und Stolper halten bei Luxationsfrakturen im atlanto-axialen Bereich 2 Formen auseinander:

- a) transdentale Form: Verschiebung des Atlas mit dem gebrochenen Zahnfortsatz
- b) transligamentöse Form: Zahnfortsatz intakt, Verschiebung des Atlas nach Riß des Ligamentum transversum atlantis.

Am häufigsten tritt die transdentale Form auf. Bei dieser ist die Dislokation nach vorne oder hinten, bei der transligamentösen Form nur nach vorne gerichtet. Jede dieser Verschiebungen, insbesondere die nach vorne, kann mit einer Rotation verbunden sein. Unter der Verschiebung nach vorne ist die transligamentöse Form für das Rückenmark am gefährlichsten (19).

- Ad 6) Die echte Wirbelverrenkung (Luxation) nimmt insofern eine Sonderstellung unter den Wirbelsäulenverletzungen ein, als sie nach Lob (39) ausschließlich, nach Schmorl und Junghanns (61) hauptsächlich an der HWS vorkommt. L. Böhler (5) hat reine Luxationen an der Lendenwirbelsäule gesehen, allerdings nur bei Kindern. Man versteht unter der echten Wirbelverrenkung die Verschiebung eines Wirbelkörpers und seiner Gelenkfortsätze aus der gelenkigen Verbindung mit einem benachbarten Wirbel, ohne daß gröbere Knochenverletzungen beobachtet werden. Diese Verschiebung kann nur eintreten, wenn auch die Bandscheibe reißt (39).

Man spricht von unvollständiger Verrenkung oder Subluxation, wenn das normale Bewegungsausmaß zwar über-

schritten (zum Unterschied von Gelenksblockade), die Gelenkfortsätze aber noch in breitem Kontakt zueinander stehen. Bei weiterer Verschiebung berühren sich die Gelenkfortsätze nur noch mit den Spitzen (reitende Verrenkung). Bei dann noch andauernder Gewalteinwirkung rutscht der craniale Gelenkfortsatz weiter nach unten und kommt schließlich vor dem caudalen zu liegen: die Verrenkung ist verhakt. Alle 3 Formen können unilateral (Rotationsverrenkung) oder bilateral vorkommen. Die Übergänge sind fließend.

In dieser gebräuchlichen Einteilung kommt jedoch nicht zum Ausdruck, daß es Verrenkungen gibt, bei denen zwar die Gelenkfortsätze den Kontakt verlieren, die oberen Gelenkfortsätze vor den unteren liegen, Verhakung jedoch ausbleibt ("Hochstand" der oberen Gelenkfortsätze). Dabei sind extreme Verschiebungen möglich. Dementsprechend gibt es 4 Formen:

- a) Subluxation
- b) reitende Verrenkung
- c) Verrenkung mit Hochstand der oberen Gelenkfortsätze
- d) verhakte Verrenkung.

Eine Verschiebung der Wirbelgelenke ist einer Wirbelverrenkung nicht gleichzusetzen. Sie liegt erst dann vor, wenn auch eine gleichzeitige Verschiebung zwischen den Wirbelkörpern gegeben ist (20).

Ad 7) Zu den isolierten Brüchen der Wirbelbögen und der Gelenkfortsätze rechnet man alle durch eine entsprechende Gewalteinwirkung zustande gekommenen frischen Zusammenhangstrennungen derselben. Sie sind ebenso selten wie die Brüche der Querfortsätze der HWS. Rabboni berichtet von 8 Fällen, von denen drei den 7. Halswirbel und zwei den Atlas betrafen (35).

Eine besondere Rolle spielen die isolierten Brüche der Dornfortsätze an der unteren HWS, wo sie im Vergleich zur übrigen HWS gehäuft auftreten. Am meisten ist der Dornfortsatz des 7. Halswirbels betroffen, da er

den längsten Hebelarm hat (32). Frakturen können sowohl durch direkte als auch durch indirekte Gewalt, aber auch durch Muskelzug entstehen (5). Die klinischen Erscheinungen werden bei diesen Verletzungen als außerordentlich wechselvoll geschildert. Sie reichen von Plexuslähmung bis zum Fehlen von Symptomen. In Verbindung mit Dornfortsatzbrüchen lehnt Böhler Nervenstörungen entschieden ab (35).

Das Schleudertrauma

Das Schleudertrauma, also ein Begriff, bei dem ein mechanischer Vorgang zur Bezeichnung einer Verletzungsfolge umgemünzt wurde, bedarf einer gesonderten Betrachtung. Dieser hat sich erst im Laufe der Zeit entwickelt und wird nicht nur von Ärzten, sondern auch von Versicherungsträgern, Juristen und Angehörigen anderer Berufsgruppen als Diagnose verwendet (44). Der Begriff der Schleuderverletzung wurde zunächst als ausschließliche Überstreckungsverletzung von Gay und Abott (18) verwendet, später jedoch von ihnen auf das "whiplash injury" (Peitschenschlagverletzung) ausgedehnt. Bürkle de la Camp hat 1959 darauf hingewiesen, daß die Bezeichnung "Schleuder-
verletzung" weit zutreffender ist als der Ausdruck "Peitschen-
schlagverletzung". Junghanns (33) gab dem Begriff "Schleuderung" den Vorzug, hierin stimmt er mit Müller (46, 47) überein. Einigkeit bestand auch darin, daß man zu unterscheiden hat zwischen der plötzlichen Überstreckung der HWS, beispielsweise bei Auffahrunfällen von rückwärts, der reinen Überbeugung bei Frontalzusammenstößen und schließlich der Kombination beider Bewegungsabläufe, der eigentlichen "Peitschenschlagverletzung". Bei der weiteren Aufgliederung beschrieb Müller noch die kombinierte Schleuderung in Form von Dreh-, Seitwärts- und Zugkräften, die an der HWS ansetzen. Schlegel (58) hat ebenfalls auf diese Bewegungsabläufe hingewiesen. Im weiteren Sinne können auch Stürze aus der Höhe und ähnliches dazu gerechnet werden (13). Bei all diesen Unfallhergängen ist davon auszugehen, daß eine Gewalteinwirkung einen frei beweglichen Kopf und Kopfhalteapparat mittelbar zur Schleuderung bringt und nicht unmittelbar am Schädel oder der HWS angreift (Aufprallen des

Kopfes, Schlag in den Nacken usw.) (44). Müller führte 1966 aus, daß alle Traumata, die zu einer wie immer gearteten Schleuderung des Kopfes führen, als Schleudertrauma bezeichnet werden können (46).

Erdmann (16) dagegen versuchte 1973 die Schleuderverletzung der HWS als eine Sonderform innerhalb des Oberbegriffes der Halswirbelsäulendistorsionen neu zu definieren. Sie unterscheidet sich nach seiner Meinung von der Masse der übrigen Distorsionsfälle durch folgende Merkmale:

- 1) Sie wird erlitten beim Auffahrunfall auf der Straße im Kraftfahrzeugverkehr.
- 2) Der Schädel ist nicht gegen harte Teile des Wageninneren geworfen worden! Dementsprechend fehlen am Integument auch die Kennzeichen der direkten Gewalteinwirkung bzw. der Kontaktverletzung des Schädels (Vorderschädel).
- 3) Der Verletzungsanfangsbefund hält sich, von Ausnahmen abgesehen, meist an das übliche, meist harmlose Bild, das wir auch sonst von der Distorsion der HWS her kennen. Im Gegensatz zu den üblichen Formen der Distorsion kommt es allerdings beim Schleudertrauma innerhalb der ersten 2 - 3 Tage nach dem Unfalltermin vielfach zu einem Anschwellen des subjektiven Beschwerdebildes. Dieses Nachbild erscheint, was seine Heftigkeit angeht, unerwartet und bezüglich seiner Nachwirkungsdauer ungewöhnlich prolongiert.

Bei einem Schleudertrauma der HWS nach der alten Definition können entsprechend dem Schweregrad der Gewalteinwirkung alle Strukturen der HWS und solche, die zur HWS in topographischer Beziehung stehen, mehr oder weniger stark geschädigt werden. Die nachfolgende Zusammenstellung nach Hermann (25) erfolgt unabhängig von den röntgenologisch nachweisbaren Traumafolgen nach klinischen Symptomen:

- a) Bei jeder Schleuderverletzung können die physiologisch möglichen Bewegungsexkursionen der Intervertebralgelenke gewaltsam überschritten werden. Dies führt zu einer Überdehnung der Gelenkkapsel, zur Gelenkdistorsion. Hierbei können Blutungen in der Gelenkkapsel und auch in das Gelenk selbst entstehen (14). Dies führt zu einer Fehlhaltung der HWS, zu

schmerzhafter Bewegungseinschränkung und Verspannung der Nackenmuskulatur, zusammengefaßt unter dem Begriff cervikales Syndrom.

b) Bei stärkerer Gewalteinwirkung, häufig in schräger Richtung, kann es zu einer so starken Gelenkdistorsion kommen, daß die Gelenkflächen kurzfristig in Subluxationsstellung stehen und die Strukturen des Canalis intervertebralis komprimieren. Es kann hier auch zu Gefäßverletzungen und Blutungen um die Wurzelscheide kommen, die mit einer Narbenfibrose ausheilen (14). Als Symptome hiervon können sich segmentale Sensibilitätsstörungen, segmentale Störungen der Motorik und Irritation des Sympathikus ergeben. Es handelt sich dann um ein cerviko-brachiales Syndrom.

c) Bei noch stärkerer Gewalteinwirkung, besonders auf den oberen HWS-Bereich, meist mit rotatorischer Komponente, kann es außer zur Gelenkdistorsion noch zur Irritation der Arteria vertebralis und des die Arteria begleitenden Sympathikus kommen. Die Schädigung dieser Strukturen löst ein sehr komplexes Bild aus, das von Bärtschi-Rochaix als "Migraine cervicale" beschrieben wurde (siehe auch Kapitel Pathologie). Im Vordergrund stehen Kopfschmerz, Schwindel, Schwerhörigkeit, Sehstörungen und psychische Störungen, zusammengefaßt als cerviko-cephales Syndrom.

d) Bei stärkster Gewalteinwirkung auf die HWS kann es zur kurzzeitigen oder dauernden Luxation von Wirbeln oder Wirbelteilen kommen, die zu einer kurzzeitigen oder dauernden Schädigung des Spinalmarks führen kann. Hierdurch entsteht ein partielles oder komplettes Querschnittssyndrom. Man bezeichnet es als cerviko-medulläres Syndrom.

Nach Meinecke (44) sind schwerwiegende anhaltende Rückenmarksschäden nach Schleuderungen selten, nämlich nur bei 1,1 %. Von Emminger, Dagradi und Weinreich wurden jedoch auch Läsionen beobachtet, die den sofortigen Tod des Pat. verursachten (21).

Vorschäden der HWS im Sinne degenerativer Veränderungen scheinen Schleuderungsfolgen zu begünstigen, sie schränken die

Belastbarkeit der HWS also stark ein (47). P. Hinz et al. (27) gelang es bei der Simulation von Auffahrunfällen mit Leichen nicht, traumatische Schäden an intakten Halswirbelsäulen hervorzurufen. Jedoch zeigten nur mäßig vorgeschädigte Halswirbelsäulen schon bei niedrigen Impulsraten massive Zerreißungen in den degenerativ umgestalteten Bewegungssegmenten. Halswirbelsäulen mit reinen spondylotischen Veränderungen waren dabei in ihrer Belastbarkeit weniger eingeschränkt als solche mit osteochondrotischen Umformungen. Bei monosegmentaler Vorschädigung kam es jeweils zur Zerreißung in diesem umschriebenen Segment, während bei allgemein altersbedingten Verschleißerscheinungen das am meisten vorgeschädigte Segment betroffen wurde. C5/6 und C6/7 wurden parallel zur Vorschädigung am häufigsten betroffen (27), gefolgt von C1/2 (44).

Das von vielen Autoren für typisch gehaltene beschwerdefreie Intervall beim Schleudertrauma stellt Erdmann (16) in Frage. Für Distorsionen der HWS - Erdmann hält dies als Hauptverletzungsmuster beim Schleudertrauma - beträgt das Intervall bis zum Beginn des Vollbildes der Beschwerden 12 - 16 Stunden. Maximal hält er mehr als 24 Stunden für sehr unwahrscheinlich, wenn man die Erfahrungen bei Distorsionen in anderen Teilen des Bewegungsapparates in Betracht zieht. Es muß jedoch hier herausgestellt werden, daß die Kürze des Intervalls nur für den Bereich des Bewegungsapparates gilt, also für das bekannte funktionelle System aus Knochen, Muskeln und Bändern. Die angesprochene Grundbedingung gilt nicht für den Bereich der vaskulären Störungen, die allenfalls am ZNS zustandekommen. Für den Fall der traumatogenen Carotisthrombose hat Delank (1972) beispielsweise ausdrücklich angegeben, das klinische Bild bei einer derartigen Komplikation entwickle sich meist erst Stunden oder Tage nach dem Unfall (gemeint war hauptsächlich die Halbseitensymptomatik). Wenn man darüber hinaus auch noch die Problematik der sog. "progressiv-chronischen Myelopathien" ins Auge faßt, dann natürlich wird das "Dogma" vom angeblich immer kurzen Intervall vollends über den Haufen geworfen. Daneben taucht vor allem in den letzten Jahren häufig das Argument einer angeblichen Vertebralisbeschädigung aus der

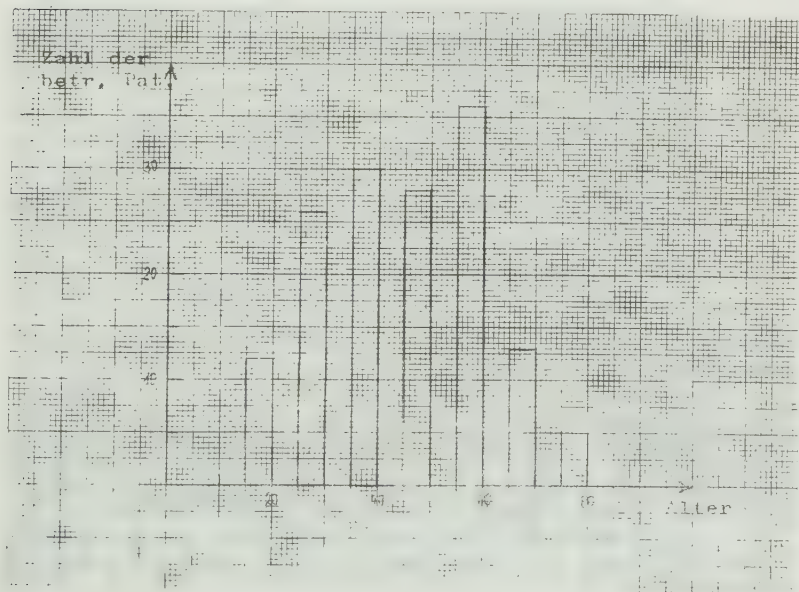
Versenkung auf. Damit soll nicht gesagt werden, daß es keine unfallbedingte Irritation der Arteria vertebralis gibt; man muß aber bezweifeln, ob nach einmaliger Irritation chronische Nachbeschwerden auf die Dauer von 4 und 5 Jahren geltend gemacht werden können. Die von mehreren Autoren, u.a. Herrschaft (1971) (26), anhand von Einzelfällen angegebenen Thrombosen der Arteria vertebralis nach Wirbelsäulenverletzungen setzen in der Regel voraus, daß das verantwortliche Unfallereignis vorher zu Intimarissen oder Intimaabschilferungen am betroffenen Gefäß geführt hat. Das Intervall bis zum Auftreten der ersten objektiv-nervalen Erscheinungen dauerte bei all diesen seltenen Fällen zwischen Stunden und Tagen, äußerstenfalls 1 - 2 Tage (16).

Eigene Untersuchungen:

Aufgliederung der Patienten und Art der Verletzungen:

Bei der Gesamtzahl von 150 Patienten waren 133 (88,67 %) männlichen und 17 (11,33 %) weiblichen Geschlechtes. Auf ein ähnliches Ergebnis kommt Lob (39), der bei einer Gesamtzahl von 170 Patienten 142 Männer (83,5 %) und 28 Frauen (16,5 %) angab. Nach dessen Meinung ergibt sich die erheblich niedrigere Beteiligung der Frauen schon allein aus der Tatsache, daß die meisten Frauenberufe eine geringere Gefährdung aufweisen. Bei einem Durchschnittsalter von 42,4 Jahren ergab sich folgende Altersverteilung:

Alter (J.)	Fälle	Prozent
0 - 10	-	-
11 - 20	12	8,00
21 - 30	26	17,33
31 - 40	30	20,00
41 - 50	28	18,67
51 - 60	36	24,00
61 - 70	13	8,67
71 - 80	5	3,33



Insgesamt lagen bei den 150 Patienten 192 Verletzungen der HWS vor, 118 Verletzungen waren knöchern, also Frakturen. Die Verletzungen teilen sich auf in:

Einfache Frakturen	: 54
Kompressionsfrakturen	: 33
Subluxationen	: 28
Luxationsfrakturen	: 25
Distorsionen	: 20
Kontusionen	: 14
Luxationen	: 12
Abscherungen	: 6

Bei den knöchernen Verletzungen der Halswirbel waren folgende Teile zahlenmäßig betroffen:

Halswirbelkörper	: 49
Dornfortsätze	: 25
Bögen	: 18
Gelenkfortsätze	: 13
Dentes	: 11
Querfortsätze	: 2

Die 49 Frakturen des Halswirbelkörpers gliedern sich auf in:

Kompressionsbrüche	: 33
Vorderkantenabbrüche	: 13
Längsbrüche	: 3

Durch das Unfallereignis wurden betroffen:

In 109 Fällen	: 1 HW
in 18 Fällen	: 2 HW
in 2 Fällen	: 3 HW

In den übrigen 21 Fällen handelte es sich um reine Distorsionen und Kontusionen der HWS ohne knöcherne Beteiligung. - Bei der Überwiegenden Mehrzahl der Fälle wurde also nur 1 Wirbel durch das Trauma betroffen.

Eine Vorschädigung der HWS meist im Sinne einer Spondylosis deformans begünstigte bei insgesamt 63 Patienten (42 %) eine Verletzung. Einer dieser Patienten war an einem Morbus

Bechterew erkrankt.

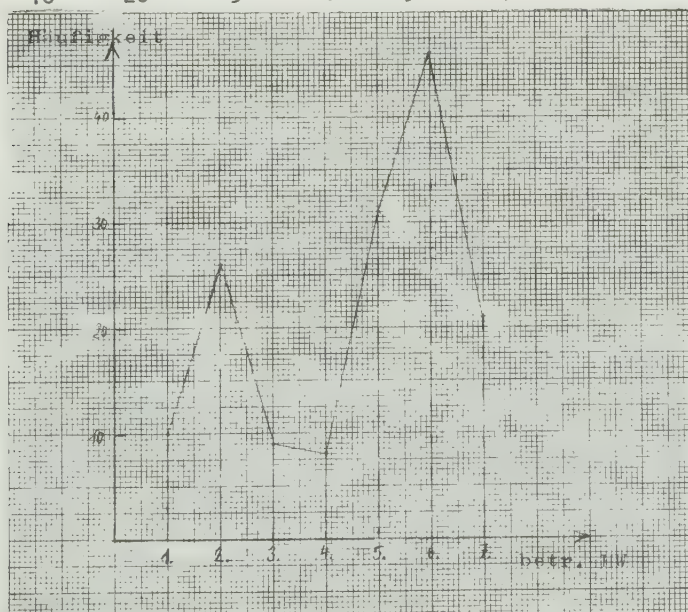
Von einem Schleudertrauma war in den Akten insgesamt 39mal die Rede. Da genauere Angaben über den Unfallhergang in den meisten Fällen fehlten, kann auf die näheren Ursachen und die Art des Schleudertraumas nicht eingegangen werden. 37 Schleuderverletzungen resultierten aus Verkehrsunfällen, eine wurde durch einen schnellenden Draht und eine durch elektrischen Schlag ausgelöst. Im eigenen Material waren also von 73 Verkehrsunfällen etwas mehr als die Hälfte (50,68 %) mit einem Schleudertrauma verbunden. Eine Vorschädigung wurde in 17 Fällen angegeben.

C) Lokalisation

Nach Rüdý (56) nehmen die Verletzungen der HWS von cranial nach caudal zu. Im eigenen Patientgut konnte diese Ansicht nicht bestätigt werden. Es ergab sich eine erste Häufung beim 2. Halswirbel mit 26 Fällen (davon 11mal Densfrakturen), beim 3. und 4. Halswirbel war die Zahl niedrig, um dann beim 5. sprunghaft anzusteigen und beim 6. ein Maximum zu erreichen. Die Häufigkeit beim 7. lag mit 22 unter der des 2. Halswirbels.

Häufigkeit der einzelnen Wirbelbeteiligung:

1. HW	2. HW	3. HW	4. HW	5. HW	6. HW	7. HW
10	26	9	8	31	46	22



D) Symptomatologie

HWS-Verletzungen zeichnen sich, wie bereits gesagt, dadurch aus, daß sie auch, wenn sie leichter Natur sind, häufig lange anhaltende Beschwerden hervorrufen (10).

Über den Zeitpunkt des Schmerzeintrittes herrschen unterschiedliche Meinungen, wie es speziell für das Schleudertrauma schon erörtert wurde. während Shapiro und Torres (1960), Giebel (1966), Schlegel (1968) u.a. bei leichten Verletzungen ein beschwerdefreies Intervall bis zu mehreren Tagen beschreiben, weisen Myers (1953), Säker (1954) u.a. ausdrücklich auf den Sofortschmerz hin (28). Bei diesen Verletzungen wird zwar oft sofort nach dem Unfall von den Betroffenen ein Schmerz im Bereich der HWS angegeben, das eigentliche Schmerzmaximum wird jedoch erst am folgenden Tage erreicht. Eine schwere HWS-Verletzung wird aber immer von einem initialen Schmerz begleitet. Je nach der Schwere der Weichteilzerrung sind die Verletzten oft nicht in der Lage, den Kopf frei zu halten und stützen ihn mit den Händen ab (15). Schluckbeschwerden treten meist erst nach ein bis zwei Stunden auf, da sich das retropharyngeale Hämatom langsam ausbildet. Ebenso kann ein Teil der neurologischen Ausfallserscheinungen erst später manifest werden, wenn sie nämlich durch Kompression wachsender Hämatome im Markkanal oder in den Zwischenwirbellöchern entstehen.

Bei Verletzungen der Wirbelsäule wird immer ein sofortiger Bewegungsverlust beschrieben. Als empfindlichster Gradmesser gilt der Rotationsverlust, da die Drehbewegungen in hohem Maße an ein reibungsloses Funktionieren verschiedenster anatomischer und funktioneller Elemente gebunden sind (28).

Eine vor dem Unfallereignis bestehende Vorschädigung kann durch ihre ähnlichen Symptome zu Überlagerungen und damit zur Verschlimmerung in meist erheblichem Maße beitragen. Es fällt dann dem untersuchenden Arzt oder Gutachter schwer, bestehende Beschwerden zuzuordnen.

Im eigenen Krankengut wurden ärztlicherseits folgende Symptome angegeben:

62mal	Bewegungseinschränkung
51 "	Bewegungsschmerz
51 "	Druckschmerz
43 "	Spontanschmerz
35 "	Nackenschmerz
28 "	ausstrahlende Schmerzen in Kopf und Arme
22 "	Streck- und Steilstellung der HWS
21 "	Schluckbeschwerden
18 "	Klopfschmerz
14 "	Schwindelgefühl
13 "	Stauchungsschmerz
11 "	Halsmuskelverspannung
9 "	Schulterschmerzen
9 "	Druckschmerz am Austrittspunkt des N. occipitalis
6 "	Zwangshaltung des Kopfes
5 "	Migraine cervicale

E) Neurologische Komplikationen

Unfallmechanisch wird die Rückenmarksbeteiligung in erster Linie durch den sog. Katapultmechanismus verursacht. Die Wirbelsäule wird im Moment des Traumas bei genügend großer Scherkräfteinwirkung so erheblich verformt, daß eine primäre Laceration des Rückenmarks entsteht (37).

Nach Gelehrter und Vitalli (20) steht das Ausmaß der Luxation eines Wirbelkörpers nach vorne und die Rückenmarksschädigung gewöhnlich in einem bestimmten Verhältnis zueinander, da bei zu geringem Abstand zwischen dem hinteren Bogenteil des verrenkten Wirbels und der hinteren oberen Kante des darunterliegenden Wirbels das Rückenmark entweder komprimiert oder gequetscht wird. Die Einengung des Wirbelkanals ist am größten, wenn die Verschiebung horizontal erfolgt (Gleitverrenkung), am kleinsten, wenn die Kippung des verrenkten Wirbels zunimmt (Kippverrenkung). Es gibt hierbei fließende Übergänge. Voraussetzung für die Kippverrenkung ist jedoch der Riß der dorsalen

Bänder. Der Unfallmechanismus bestimmt die Art der Verrenkung. Kräfte, die bei Flexionsverrenkungen auf die HWS einwirken, haben immer eine biegende und eine scherende Komponente; die überwiegende Komponente bestimmt die Verrenkungsform. Vom Standpunkt der Einengung des Wirbelkanals gibt es 3 Verrenkungsformen, die Gleitverrenkung, die Kippverrenkung und die Verrenkung mit Bogenbruch (bereits vorher genannt).

Bei den Verletzungen der HWS kommen jedoch auch Fälle vor, bei denen eine Verletzung des Rückenmarks auftritt, ohne daß schwere Frakturen oder Wirbelkörperverschiebungen nachweisbar sind. Man hat angenommen, daß es sich bei solchen Verletzungen um Luxationen handelt, die sich selbständig wieder einrenken. Für diese Spontanreposition sind nach Lausberg (36) der Band- und Muskelapparat, nach Lob (39) die dynamischen Kräfte der Bandscheibe verantwortlich. Nach diesem Vorgang ist nach L. Böhler (5) ein Zwischenwirbelraum erniedrigt, als Zeichen dafür, daß die Zwischenwirbelscheibe bei der Verrenkung an dieser Stelle durchgerissen wurde. Barnes, Taylor und Blackwood (39) halten eine selbsttätige Einrichtung einer echten Luxation für unmöglich, wenn nicht gleichzeitig ein Gelenkfortsatzbruch vorliegt.

Bei Flexionsverletzungen der HWS mit Verletzung des hinteren Faserrings kann der Gallertkern ganz oder teilweise je nach Ausdehnung der Verletzung nach hinten projektilartig vorschleunigen (63) und bei der nachfolgenden Extension wieder zurückschlüpfen (39).

Bei Hyperextensionsverletzungen sind Rückenmarksverletzungen viel häufiger als bei anderen Unfallmechanismen (63). Der Gallertkern wird dabei nach ventral vorgepreßt und das vordere Längsband reißt ein. Bei maximaler Hyperextension drücken sich die beiden Wirbelbögen der an die verletzte Bandscheibe oben und unten angrenzenden Wirbelkörper in Höhe des Rückenmarkskanals gegen das Halsmark. Bourmer konnte dies bei Versuchen mit plastischer Modellmasse und später klinisch in einem Fall nachweisen. Hierbei gelang es ihm auch, durch Jodipinfüllung die ödematöse Schwellung des Rückenmarks aufgrund der Druckschädigung nachzuweisen, die

ein oder zwei Segmente höher steigen kann (39). Dadurch wird die Beobachtung von Barnes erklärt, daß die Lähmungen höher als die Frakturen liegen. Die Diskrepanz ist nach Freeman umso größer, je tiefer die Läsion des Rückenmarks liegt (63). Dieses nach der Verletzung auftretende Ödem kann infolge Unnachgiebigkeit des knöchernen Rückenmarkskanals die Ursache für weitere Schädigungen sein. Nach Ansicht von Gelehrter schädigt eine Kompression das Rückenmark mehr als eine Zerrung in Längsrichtung (61).

Die Schädigung des Rückenmarks erfolgt entweder durch direkte Zerrung der Medulla spinalis (21) oder es kommt im Augenblick des Unfalles zu einer Unterbrechung der Blutversorgung, entweder durch direkten Druck, durch Gefäßkrämpfe oder durch Zerreißung zuführender Endarterien. Hält diese Unterbrechung der Blutversorgung länger als einige Minuten an, so kommt es zu einem irreversiblen anoxämischen Rückenmarksschaden, der das Weiterbestehen der Querschnittslähmung bedingt. Trotzdem das klinische Bild der vollständigen Querschnittslähmung nicht unbedingt einer anatomischen Durchtrennung entsprechen muß, ist es demnach begreiflich, daß ein irreversibler Dauerschaden verbleibt (3).

Die Verletzungen des Rückenmarks teilt Mumenthaler (48) folgendermaßen ein:

1) Commotio spinalis

Es wird damit ein unmittelbar bei einem Trauma auftretendes, vollständiges Querschnittssyndrom bezeichnet, das nicht von der Schockphase einer vollständigen Rückenmarksdurchtrennung zu unterscheiden ist. Kennzeichnend ist aber die innerhalb von Stunden erfolgende Rückbildung der Symptome. Nach Grah (22) besteht jedoch keine Analogie zur Commotio cerebri mit ihrer vollständigen Rückbildungsfähigkeit, da am Rückenmark auch nach stumpfen Traumen stets histologische Veränderungen vorhanden sind.

2) Contusio spinalis

Sie liegt dann vor, wenn eine traumatische Zerstörung von Rückenmarksgewebe durch direkte Quetschung bzw. durch eine Blutung stattgefunden hat. Je nach dem Ausmaß des Schadens

bzw. nach dem Weiterwirken des schädigenden mechanischen Momentes wird sich die initiale Symptomatologie - meist ein vollständiges Querschnittssyndrom - mehr oder weniger weitgehend zurückbilden. Wie schon gesagt, entspricht die Höhe der Läsion nicht immer der Höhe der Schädigung der Wirbelsäule; besonders oft liegt diese bei C5 im Bereich der HWS, was auf vaskuläre Mechanismen schließen läßt. Im Rahmen der Rückbildung sinkt das obere Niveau der Läsion nicht selten um einige Segmente.

3) Compressio spinalis

Hierunter versteht man die weiter andauernde mechanische Kompression durch einen dislozierten Diskus, durch Knochensplitter, vor allem aber auch durch ein epidurales spinale Hämatom.

4) Totale Querschnittsdurchtrennung

Sofort nach der Verletzung tritt eine vollständige motorische und sensible Lähmung unterhalb des betreffenden Segmentes ein. Nach cranial kann sich eine zweifingerbreite hyperaesthetische Zone anschließen. Die Reflexe sind nicht auslösbar, das Oberflächen- und Tiefenempfindungsvermögen fehlt symmetrisch bis zu den Brustwarzen; es besteht eine Blasen- und Mastdarmlähmung, unter Umständen auch ein Priapismus (5). Hohe Halsmarkschädigungen oberhalb C4 führen durch eine Atembehinderung infolge einer Zwerchfelllähmung innerhalb kurzer Zeit praktisch immer zum Tod (23). Bei Lähmungen unterhalb des Phrenicuszentrums ist zwar die Zwerchfellatmung noch erhalten, der Verletzte erliegt aber wegen der Lähmung der Brust- und Bauchatmung bald einer Bronchopneumonie (38).

Es bestehen also erhebliche Schwierigkeiten, zwischen einer partiellen und einer totalen Querschnittsdurchtrennung zu unterscheiden. L. Böhler (6) hat bei keinem seiner Fälle, bei dem primär eine vollständige Querschnittslähmung bestand, gesehen, daß sich die Lähmung nach der Reposition zurückgebildet hat, auch wenn diese in den ersten Stunden erfolgte. Eine vollständige Lähmung besteht nach seiner Ansicht dann, wenn Oberflächen- und Tiefensensibilität, Motorik und alle Reflexe beiderseits ab gleicher Höhe fehlen. Trifft dies nicht zu und

besteht entweder eine Seitendifferenz in der Höhe der Lähmung oder ist noch in einem kleinen Hautbezirk Sensibilität vorhanden oder ist noch der eine oder andere Reflex auslösbar, so könne man noch nicht von einer kompletten Querschnittslähmung sprechen.

Das vollständige Fehlen aller Reflexe, deren Reflexbogen in Höhe der Läsion oder distal derselben liegt, ist ein Zeichen für den spinalen Schock, nicht aber für eine vollständige Rückenmarksdurchtrennung. Als Ausdruck dafür treten die distal der Durchtrennungsstelle gelegenen Zentren nach Überwindung des spinalen Schocks wieder in Aktion und die Reflexbögen distal der Rückenmarksläsion nehmen wieder ihre Funktion auf. Hält jedoch bei einer kompletten Querschnittslähmung eine schlaffe Parese 48 Stunden an, so ist mit einer völligen Durchtrennung des Rückenmarks zu rechnen (3).

Ergänzend hierzu sollen noch die traumatischen Spätschäden des Rückenmarks erwähnt werden. Sie entstehen infolge chronisch mechanischer Irritation bei eingengtem Wirbelkanal oder durch eine sekundäre Arachnopathie, durch Zirkulationsstörungen oder durch eine kombinierte mechanische und vaskuläre Einwirkung (36).

Im eigenen Material traten bei einer Gesamtzahl von 150 HWS-Verletzten 84 Fälle (56 %) mit neurologischen Komplikationen auf. Dabei handelte es sich um 43 Querschnittslähmungen und 41 partielle Ausfälle.

Bei den Querschnittslähmungen lag in 14 Fällen eine vollständige, in 13 Fällen eine inkomplette Tetraplegie vor. Bei den übrigen 16 handelte es sich um Tetraparesen, die in 3 Fällen inkomplett waren. Die Lähmungserscheinungen traten bei 41 Patienten sofort, bei den übrigen 2 später auf.

Neurologische Schäden entstehen in vielen Fällen auch dadurch, daß das Trauma nicht direkt das Rückenmark betrifft, sondern die aus dem Rückenmark austretenden Wurzeln. Die Folge sind partielle neurologische Ausfallserscheinungen. Läsionen einzelner spinaler Nervenwurzeln sind in der Regel durch folgende

Schädel-Hirn-Traumen	: 98
a) Commotio	: 56
b) Contusio	: 4
c) Knöcherne Verl.	: 2
d) Schädelprellung	: 36
Gesichtsverletzungen	: 43
Rippenfrakturen	: 12
Verl. anderer WS-Abschnitte	: 11
Frakturen der ob. Extremität	: 9
Claviculafrakturen	: 8
Frakturen der unt. Extremität	: 7
Nasenbeinfrakturen	: 4
Unterkieferfrakturen	: 3
Beckenfrakturen	: 2
Sternumfrakturen	: 1

Der Rest der Nebenverletzungen verteilt sich auf Weichteilverletzungen (Platz- und Schürfwunden) und Prellungen auf den gesamten Körper. Auch bei Lob (39) stehen Schädel-Hirn-Traumen an der Spitze der Nebenverletzungen.

G) Mortalität

In 21 Fällen (14 %) waren die Verletzungen so schwerwiegend, daß die Patienten starben. 10mal war die HWS-Verletzung unmittelbare und ebenso oft mittelbare Todesursache. In einem Fall starb der Patient 3 Jahre nach dem Unfall an Altersschwäche (Fall 57), eine anfänglich vorliegende Tetraparese hatte sich inzwischen gebessert.

Ein Vergleich mit der Literatur zeigt, daß die Mortalität im eigenen Material niedriger ist. Nach Bürkle de la Camp (61) beträgt sie nämlich 20 % für die gesamte HWS.

HWS-Verletzungen mit unmittelbarer Todesfolge waren meist im oberen Teil der HWS zu finden. Sie nehmen nach Rüdý (56) von cranial nach caudal ab. Durch Kompression des oberen Rückenmarks und der Medulla oblongata kam es zu einem zentral bedingten Atem- und Kreislaufversagen im Intervall von einer halben Stunde bis zu 6 Tagen nach dem Unfallereignis. In 3 Fällen war die Lähmung aufsteigend nach Traumatisierung

des 5. (2mal) und 6. Cervikalsegmentes. Bei 5 Patienten trat der Tod bereits unmittelbar nach der Einlieferung ins Krankenhaus ein, so daß umfangreiche Behandlungsmaßnahmen unterblieben.

HWS-Verletzungen mit mittelbarer Todesfolge beschränken sich im eigenen Krankengut auf die untere HWS. In allen Fällen lag eine Tetraplegie vor, die Patienten waren also pflegebedürftig. Der Unfall wurde zwischen 10 Tagen und 2 1/2 Jahren überlebt, der Durchschnitt lag bei 10,33 Monaten. Als klinische Todesursachen wurden den Krankenblättern entnommen:

Bronchopneumonie mit anschließendem	
Herz- und Kreislaufversagen	: 3mal
Herz- und Kreislaufversagen	: 3mal
Decubitalgeschwür mit nachfolgend	
aufretender allgemeiner Sepsis	: 1mal
Mediastinalabszeß nach Wirbelkörper-	
Osteomyelitis	: 1mal
keine näheren Angaben	: 2mal

Bei letzteren Fällen, bei denen keine näheren Angaben über die Todesursachen gemacht wurden, handelte es sich um Gastarbeiter. Sie wurden beide, nachdem die klinische Behandlung abgeschlossen war, als Pflegefälle in gutem Allgemeinzustand nach Marokko verlegt. Sie starben dort nach 1 bzw. 1 1/2 Jahren. Es drängt sich die Vermutung auf, daß möglicherweise mangelnde Pflege und Hygiene ursächlich Schuld an deren Tod war.

IV) Diagnostik

Die Einführung des Röntgenverfahrens in die Diagnostik der Wirbelsäulenverletzungen führte zu einer Umwälzung in der Auffassung dieser Verletzungen. Wagner und Stolper veröffentlichten 1898 zum ersten Mal Bilder von Wirbelkörperbrüchen. Trotzdem wird auch heute noch jeder Patient mit frischen Wirbelsäulenverletzungen klinisch untersucht. Dabei muß auf die Schwere der Verletzungen Rücksicht genommen werden. Leichter Verletzte können ohne Gefährdung auch im Stehen, Schwerverletzte müssen in Bauch- oder Seitenlage auf horizontaler

Unterlage untersucht werden.

Jede klinische Untersuchung der Wirbelsäule gliedert sich in folgende Abschnitte (39):

1) Äußere Betrachtung

Zu beachten sind die Lage und Ausdehnung der Zeichen erfolgter Gewalteinwirkungen auf die äußere Haut, aber auch Haltingsanomalien der Wirbelsäule.

2) Betastung

Abtastung der Dornfortsatzlinie zur Feststellung der Wirbelverschieblichkeit oder Stufenbildungen. Prüfung des Klopf- und Stauchungsschmerzes.

3) Funktionelle Untersuchung

Prüfung der Beweglichkeit aller Wirbelsäulenabschnitte in allen Bewegungsachsen, einschließlich der Rotationsbewegungen.

4) Neurologische Untersuchung

Bei Nervenausfällen oder Rückenmarkerscheinungen ist immer eine genaue spezialärztliche neurologische Untersuchung durchzuführen. Vorher muß jedoch eine Prüfung auf normale Reflexe, auf pathologische Reflexe und auf grobe Sensibilitätsstörungen vorgenommen werden. Diagnostische Lumbalpunktionen, Luft- und Kontrastdarstellungen des Rückenmarkskanals hält Lob bei frischen Wirbelsäulenverletzungen im allgemeinen für nicht angezeigt und unnötig. Etwa vorliegende Verschiebungen von Wirbelkörperbruchstücken in den Rückenmarkskanal lassen sich auch bei gezielter Röntgendiagnostik gut erkennen. Bei Lähmungen ohne erkennbare Wirbelfrakturen kann man jedoch die Kontrastdarstellung des Rückenmarkskanals nach Queckenstedt oder des Periduralraumes zur Klärung heranziehen. J. Böhler (3) hält die Lumbalpunktion und die Queckenstedt'sche Probe erst nach erfolgter Reposition für erforderlich. Hierbei soll geprüft werden, ob der Wirbelkanal durchgängig ist. Ist dies nicht der Fall, so ist die Indikation zur Laminektomie gegeben, da noch immer Kompressionserscheinungen z.B. durch Nucleus pulposus-Gewebe oder durch ein Ödem des Rückenmarks bestehen können.

An diese Untersuchungen schließt sich die Röntgenuntersuchung an. Sie ist das wichtigste Mittel zur Erkennung von

Wirbelsäulenverletzungen.

Routinemäßig geht man folgendermaßen vor (39):

- 1) Je nach dem klinischen Befund Übersichtsaufnahmen in der Richtung anterior-posterior und lateral. Dabei muß der Zentralstrahl auf die Mitte des verletzten Bezirkes eingestellt werden. Diese Aufnahmen werden gegebenenfalls ergänzt durch folgende Spezialaufnahmen:
- 2) Schrägaufnahmen zur Erfassung der Wirbelkörper, der Wirbelbögen mit den Gelenkfortsätzen, der Zwischenwirbelgelenkschnitte oder Zwischenwirbellöcher mit jeweils spezifischer Technik.
- 3) Gezielte Nah- und Fernaufnahmen zur genauen Erfassung von Struktur- und Konturveränderungen.
- 4) Fernaufnahmen nach Jäger zur Feststellung von Haltungsanomalien.
- 5) Stereoskopische Röntgenaufnahmen zur Diagnostik unübersichtlicher Wirbelbogen- und Gelenkfortsatzfrakturen (kaum noch in Gebrauch).
- 6) Tomographie (besonders zur Klärung differential-diagnostischer Fragen).
- 7) Feinstfokusaufnahmen zum Studium von Strukturveränderungen.

Für die HWS speziell gibt es noch zwei Aufnahmetechniken:

- 8) Darstellung des 1. und 2. Halswirbelkörpers durch den geöffneten Mund nach Barsony, sowie Darstellung des Dens epistrophei. U.U. Darstellung des oberen Halswirbelgelenkes durch Tomographie.
- 9) Schrägaufnahmen aus der Rückenlage heraus mit Drehung um 25° zur Darstellung der Zwischenwirbellöcher.

Durch diese Verfahren allein ist jedoch eine Beurteilung der im Spinalkanal lokalisierten Gefäße, Nerven und des Rückenmarks nicht, eine Beurteilung der Bandscheiben nur bedingt möglich. Hierfür sind nach Vogelsang (64) kontrastmittel-diagnostische Untersuchungen erforderlich. Diese sollten in den Akutfällen keine zusätzliche Belastung darstellen und müssen auch zu einem späteren Zeitpunkt zumutbar sein. Hierzu gibt es folgende Verfahren (46):

1) Spinale Ossovenographie

Der im Spinalkanal extradural verlaufende Plexus venosus

vertebralis internus mit seinem ventralen und dorsalen Anteil stellt einen feinen Indikator für Verletzungen dar, die auch den Wirbelkanal tangieren. Dieser Venenplexus ist durch Injektion eines 60 - 70 % Kontrastmittels in einem Dornfortsatz und von ventral her in einem Halswirbelkörper sichtbar zu machen.

2) Myelographie

Sie ist für die Akutfälle meist nicht geeignet und auch nicht erforderlich. Die Myelographie mit positiven Kontrastmitteln ist zur Feststellung von Passagebehinderungen, Wurzelausrissen oder Spätfolgen (Arachnoiditen) die Methode der Wahl. Der größere technische Aufwand und die erforderliche Kippung des Patienten zum Nachweis des Durchflusses des Kontrastmittels bedeutet jedoch eine gewisse Belastung. Ergibt sich im Queckenstedt-Versuch eine Passagebehinderung oder ist die Symptomatik im weiteren Verlauf unklar, so ist die Darstellung des Subarachnoidalraums meist unerlässlich.

3) Diskographie

Durch die in den letzten Jahren eingeführten Verfahren der operativen Verblockung vom ventralen Zugang nach Kompressions- und Luxationsfrakturen gewannen die kontrastmitteldiagnostischen Untersuchungen der Zwischenwirbelräume bzw. Bandscheiben erneut an Bedeutung. Untersuchungen ergaben, daß die traumatische Bandscheibenschädigung an der HWS weitaus häufiger auftritt als an anderen Wirbelsäulenabschnitten. Der Mechanismus des Schleudertraumas führt u.a. auch zu Bandscheibentraumen, die sich z.T. durch Übersichts- und Spezialaufnahmen nicht nachweisen lassen. Während Cloward die Diskographie bei akuten Verletzungen der HWS mit vermuteter Schädigung der Zwischenwirbelscheibe indiziert sieht, engen Grote und Wappenschild die Indikation bis auf Einzelfälle ein, nämlich auf die Frage der Interposition von Bandscheibengewebe in den Bruchspalt (64). Sie hat sich aber nicht durchgesetzt.

Zur Abklärung der Folgen eines HWS-Schleudertraumas hält Hermann (25) die Myelographie oder Diskographie dagegen nur selten indiziert. Sie kommen dann in Frage, wenn die neurologischen Symptome einen progredienten Verlauf nehmen und an das Vorliegen eines Bandscheibensequesters oder einer anders-

artigen Raumforderung denken lassen.

Szintigraphie

Durch die Einführung der Radiopharmaka in die experimentelle und angewendete Medizin konnten für Grundlagenforschung und Klinik bereits eine Anzahl neuer Erkenntnisse gewonnen werden. Die Skelett-Szintigraphie ist eine Untersuchungsmethode, die als eine Funktionsanalyse des örtlichen Mineralstoffwechsels des Knochengewebes gelten kann. Ihr Prinzip beruht darauf, daß dem Organismus ein biologisch, pharmakologisch und physikalisch geeignetes Radioisotop zugeführt und dessen umschriebene Anreicherung extrakorporal gemessen sowie als positiver Kontrast bildhaft, bis zu einem gewissen Grad sogar quantitativ dargestellt wird. Da die Tracer-Substanzen ausschließlich über den Blutstrom in das Skelettsystem gelangen können und außerdem nur die Anbaukomponenten des Knochenumbaus erfassbar sind, bilden eine ausreichende Blutversorgung der zu untersuchenden Region und eine örtliche Steigerung des anabolen Mineralstoffwechsels unerläßliche Voraussetzungen für eine derartige Untersuchung. Die gegenwärtig vorwiegend verwendeten osteotropen Radionuklide sind Strontium 85, Strontium 87 m und Fluor 18, vor allem aber Tc 99 m Polyphosphat, Diphosphate, dann Strontium 85, 87 m und in seltenen Fällen Fluor 18, welches aufgrund seiner Kurzlebigkeit nur bei unmittelbarer Nachbarschaft von Reaktoren und Beschleunigeranlagen anwendbar ist.

Ein positives Skelett-Szintigramm, unter dem eine unphysiologische Anreicherung der zugeführten Tracersubstanz über einer umschriebenen Körperregion zu verstehen ist, bedeutet in erster Linie stets nur einen örtlich gesteigerten Knochenstoffwechsel und kann weiterhin ein Zeichen für eine regionale Hyperämie sein. Derartige Reaktionen des Organismus können jedoch durch ätiologisch völlig unterschiedliche Ursachen hervorgerufen werden. Demzufolge ist diese Untersuchungsmethode prinzipiell unspezifisch sowie zumeist indirekt; sie kann daher stets nur zur Ergänzung klinischer, röntgenologischer, biochemischer und evtl. auch angiographischer Untersuchungsergebnisse herangezogen werden. Werden Dosis des Radionuklids und Zeitpunkt der Szintigraphie nicht richtig gewählt oder ist die Zeitspanne zwischen Erkrankungsbeginn und Untersuchung zu kurz, so lassen sich keine auswertbaren Befunde erheben.

Szintigraphische Untersuchungen ergeben bei Frakturen eine

deutliche Aktivitätsanreicherung im Frakturbereich; sie sind bereits sehr früh meßbar. Damit ermöglicht das Verfahren in erster Linie den Ausschluß einer nicht mehr ganz frischen Fraktur. Die sich speziell an der Wirbelsäule ergebenden differentialdiagnostischen Schwierigkeiten zwischen angeborenen und posttraumatischen Veränderungen können geklärt werden: Persistierende Apophysen, keilförmige Halbwirbel müssen gegen traumatische Kantenabtrennungen, Fortsatzbrüche, Impressionsfrakturen oder sagittale Wirbelkörperbrüche abgegrenzt werden. Bleibt also die suspekte Region szintigraphisch stumm, kann die Verdachtsdiagnose fallengelassen werden. Eine Aktivitätsanreicherung dagegen erfordert eine gezielte Diagnostik. Außerdem läßt sich szintigraphisch eine, wenn auch nur orientierende Bestimmung des Alters einer Fraktur vornehmen. Anhand von Verlaufsserien läßt sich nachweisen, daß die Anreicherung des Radioisotops in Abhängigkeit von der Zeit nach dem Frakturereignis ähnlich einer Hyperbel verläuft. Aktivitätsmaxima wurden hierbei für Wirbelfrakturen 3 - 4 Wochen nach dem Trauma ermittelt. Nach 2 Jahren zeigen Wirbelfrakturen keine auffälligen Meßwerte mehr (12).

V) Behandlung der HWS-Verletzungen

Nachdem sich über lange Zeit in den therapeutischen Empfehlungen die Anhänger der funktionellen Behandlung nach Magnus und die der Wirbelbruchaufrichtung nach L. Böhler gegenüberstanden, hat sich inzwischen die Ansicht durchgesetzt, daß nach vorliegendem klinischen und röntgenologischen Befund in jedem Fall die Therapie individuell festgelegt werden muß (54). Auch die Frage der Behandlung traumatischer Schäden speziell der HWS ist noch immer umstritten. Soll nun eine Luxation bzw. Fraktur konservativ oder operativ angegangen werden ?

A) Konservative Behandlung (50)

- 1) Versuch einer sofortigen unblutigen Reposition oder Einrenkung (bei Luxationen) mit Hilfe von starken Zügen (L. Böhler).
- 2) Bloße Ruhigstellung durch Lagerung (Guttmann)

- 3) Ruhigstellung mit Hilfe eines dosierten und milden Zuges (Koskinen und Nieminen)
 - 4) Korsett (bzw. Stütze aus Plexidur)
- B) Operative Behandlung (54)
- 1) Frühoperationen
 - a) offene Reposition
 - b) Frühlaminektomie
 - c) primäre Wirbelsäulenversteifung
 - 2) Spätoperationen
 - a) Spätlaminektomie
 - b) sekundäre Wirbelsäulenversteifung.

Ad A) 1) Eine große Zahl von Autoren befürwortet auch heute noch die Reposition frischer Luxationen und Luxationsfrakturen (L. Böhler, Bürkle de la Camp, Jaeger, Junghanns u.a.). Bürkle de la Camp empfiehlt die sofortige Einrenkung von Luxationen der HWS. Je früher die Einrenkung erfolge, umso leichter gelinge sie und umso besser erfolge die Heilung (50). Matzen fordert die unmittelbare Einrenkung und Einrichtung von Luxationsfrakturen, wenn möglich schon am Unfallort, um damit eine sofortige Entlastung des Myelons vorzunehmen. Dabei geht man wie folgt vor: Der Patient liegt bei zunächst beibehaltener Kyphosierung der HWS auf dem Rücken. Der Behandler faßt den Kopf mit beiden Händen unter Kinn und Hinterhaupt und dreht unter vorsichtigem Längszug einmal nach rechts und einmal nach links. Ein leichtes Knacken und die sofort eintretende aktive Beweglichkeit der HWS zeigen den Repositionserfolg an. Auf diese Weise ist eine zusätzliche Traumatisierung des Rückenmarks ausgeschlossen (29).

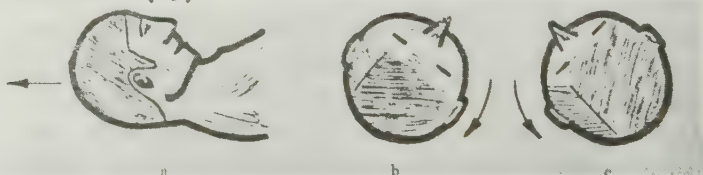


Abb. 5 a) Manuell durchzuführende vorsichtige Längsextension unter Beibehaltung der kyphotischen Zwangshaltung, Drehung des Kopfes erst nach rechts, dann nach links (b und c). Die luxierten kleinen Wirbelgelenke werden auf diese Weise umeinander herumgeführt.

Musil (49) benützt bei der Reposition die Crutchfield-Klammer. Diese ermöglicht einen genügenden und dabei längere Zeit

dauernden Zug bei der Reposition auszuüben. Ein genügender Zug in der Wirbelsäulenachse vermindert seiner Ansicht nach die Gefahr einer Rückenmarksverletzung durch den intervertebralen Diskus beträchtlich. Anschließend wird bei den reinen Frakturen ohne Paresen ein Kopf-Hals-Thorax-Gips angelegt. Ist eine Teillähmung vorhanden, so soll die Crutchfield-Klammer 3 - 4 Wochen liegen bleiben und dann in Gips ruhiggestellt werden. Bei den Luxationsfrakturen ist zu beachten, daß sie sich meist leicht einrichten lassen, aber im Gipsverband allein häufig sekundäre Verschiebungen auftreten. Um hier konservativ gute Ergebnisse zu erzielen, muß man nach der Reposition für 4 - 6 Wochen einen Dauerzug mit der Crutchfield-Klammer ausüben. Dann hat sich der Verrenkungsbruch schon so weit gefestigt, daß man einen Kopf-Hals-Thorax-Gips für weitere 6 Wochen anlegen kann (31).

Bei der konservativen Therapie nicht frischer Halswirbelerkrankungen hat sich als schonendste Repositionsmethode der Dauerzug mit der Crutchfield-Klammer erwiesen. Durch anschließende Ruhigstellung im Kopf-Hals-Thorax-Gips für die Dauer von 12 - 16 Wochen konnte die Reposition erhalten werden, wenn nicht der nächsttiefere Wirbelkörper komprimiert war. (52).

Die Aufrichtung von Kompressionsfrakturen nach L. Böhler kann im ventralen oder dorsalen Durchhang erfolgen, wobei Böhler den dorsalen wegen der besseren Aufrichtungsergebnisse bevorzugt. Eine Kontraindikation stellt das Vorliegen eines dorsalen Fragmentes wegen der Gefahr der Rückenmarksverletzung dar. Nach erfolgter Aufrichtung wird entweder im Gipsmieder ruhiggestellt (so viele Wochen, wie der Gibbus Grade beträgt (6 a), wobei die Höchstgrenze bei 5 - 6 Monaten angegeben wird) oder eine Dauerextension angelegt (54). Ein Gipsbett oder Gipsmieder darf bei teilweiser oder völliger Querschnittslähmung nicht angelegt werden, da es selbst bei sorgfältigster Technik unweigerlich zu Druckgeschwüren kommt. Sudeck empfahl die Reposition bei Drehverrenkungen des Atlas (50).

2) Die Mehrzahl der Chirurgen befürwortet jedoch einen kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Zug mit der

Glissonschnlle oder mit der Crutchfield-Klammer. Die Vorteile der Extension mit der Crutchfield-Klammer, die mit ihren stumpfen Dornen in der Diploe der parietalen Schädelkalotte fixiert wird, sind so offensichtlich, daß die heute noch vielfach gebräuchliche Glissonschnlle aufgegeben werden sollte. Jede Belästigung für den Kranken fällt fort. Bei Lagerung im Drehbett erlaubt die axiale Führung des Zugdrahtes durch den Drehpunkt des Bettes den zweistundlichen Lagewechsel. Eine Infektionsgefährdung besteht auch bei wochenlanger Verwendung der Extension praktisch nicht. Die Zugkraft, ob durch Gewichte oder bei Schrägstellung des Bettes durch das Körpergewicht, kann beliebig erhöhet werden, wenn es etwa in Spatfallen erforderlich sein sollte (51).

Hingegen wird bei Anwendung der Glissonschnlle die Extensionsdauer und das Extensionsgewicht weitgehend durch den Patienten bestimmt, so daß sie für die Durchführung einer wirklich exakten Extension unbrauchbar ist (65).

In frischen Fällen ohne Dislokation sind bei Verwendung der Crutchfield-Klammer 2 - 3 kg, bei solchen mit Luxationen oder Luxationsfrakturen 3 - 4 kg ausreichend; in Spatfallen kann man bis zu 7 1/2 kg Zug steigern (51). Die Dauer der Anwendung liegt zwischen 3 Wochen und 7 Monaten, nach Hopf (30) in der Regel 6 Wochen. Zur Sicherung der Reposition empfiehlt er eine Nachbehandlung mit Schanz'scher Krawatte für 6 Wochen. Weinreich (65) hält dies jedoch für absolut ungeeignet. Sie ist nach seiner Meinung nur angezeigt, wenn eine gleichmäßige Wärmeapplikation gewünscht wird.

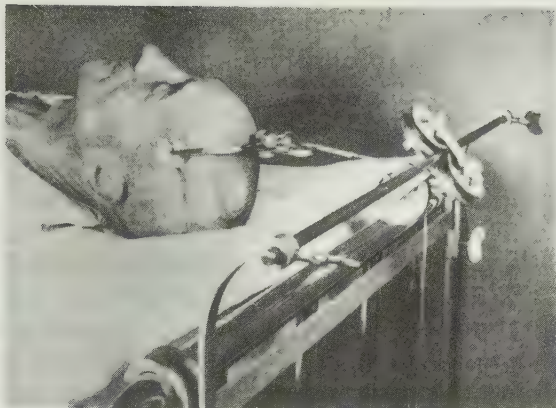


Abb. 6 Um Verletzungen der Halswirbelsäule mit Lähmung, die mit Dauerextension am Schädel mit der Crutchfield-Klammer behandelt werden, auch zweistündlich im Bett drehen zu können, ist die Extensionsröhre an einer Laufkatze befestigt, die Bewegungen in der queren Achse des Bettes möglich macht, ohne daß der Zug exzentrisch wirkt.

3) Von einigen Autoren wird jedes aktive Vorgehen abgelehnt und eine Ruhigstellung durch Lagerung empfohlen (Guttmann). Nach Guttmann (50) ist es grundsätzlich falsch, beim Fehlen neurologischer Ausfälle oder bei geringen neurologischen Befunden aktiv vorzugehen; es wird die Lagerung auf Schaumgummiquadern empfohlen.

4) Ein Korsett oder eine Stütze sollten nach Puhl (54) dann gegeben werden, wenn eine instabile Wirbelsäulenverletzung nicht vollständig ausheilte und sich eine operative Therapie verbietet. Sie sollten außerdem gegeben werden, wenn eine oder mehrere Frakturen an einer osteoporotischen Wirbelsäule vorliegen und eine lange Zeit der Bettruhe verhindert werden muß. Gute Erfahrungen hat man am Unfallkrankenhaus Murnau mit individuell angefertigten Plexidurstützen gemacht, die bei instabilen Frakturen, u.a. auch bei Densfrakturen, bis zur knöchernen Konsolidierung zur Anwendung kommen.

Ad B) Bei der operativen Behandlung der Wirbelsäulenverletzungen muß man trennen zwischen Eingriffen, die das Rückenmark von eingedrungenen Knochensplittern oder vom Druck der Wirbelbogen befreien sollen (Laminektomie) und jenen Eingriffen, durch welche man den verletzten Wirbelbezirk stabilisieren will (39).

1) J. Böhler, Jaeger, Junghanns und Grote treten für die sofortige operative Korrektur der Luxation und der Luxationsfraktur ein, vor allem für die Segmente C₃ - C₇. Eine Indikation zur Frühoperation ist nach J. Böhler dann gegeben, wenn eine Teillähmung vorliegt und die ideale Reposition nicht gelingt, vor allem dann, wenn Knochenfragmente in den Rückenmarkskanal vorstehen. Auch instabile Luxationsfrakturen, die wieder re-luxieren, sollen nach seiner Meinung operativ stabilisiert werden.

Eine absolute Operationsindikation besteht nach J. Böhler vor allem bei teilweisen Querschnittslähmungen, bei denen es nach der Reposition zu neuerlichen Verschiebungen kommt (50).

Eine relative Operationsindikation liegt dagegen nach Ansicht einiger Autoren immer dann vor, wenn einerseits neurologische Komplikationen fehlen, andererseits zu erwarten ist, daß der Patient lebenslang eine Stütze tragen müßte, z.B. bei starken Fehlstellungen nach konservativ mißlungenen Repositionsmanövern (10).

a) Die offene Reposition wird nach Puhl (54) bei Luxationen und Luxationsfrakturen vorgenommen, bei denen sich verhakte Gelenkfortsätze nicht unter Zug und Druck in Anästhesie lösen lassen. Bei unvollständigen Lähmungen muß sie möglichst schnell vorgenommen werden. Sie hat jedoch bei kompletten Querschnittslähmungen zu unterbleiben, da eine Besserung des Befundes nicht erreicht werden kann (L. Böhler, Guttman, A.N. Witt).

b) Die Früh-laminektomie wird heute im allgemeinen abgelehnt, da sie nicht zu den erwünschten Ergebnissen führte (Schmid).

c) Zur operativen Versteifung der HWS bieten sich der vordere, der hintere und der kombinierte vordere und hintere Zugang an (4).

aa) Der Zugangsweg zur Vorderfläche der Halswirbelkörper wurde von Cloward u.a. vorgezeichnet. Diese Methode ist am gebräuch-

lichsten und soll hier näher erläutert werden. Die von einigen Seiten angewendete lange Hautincision am vorderen Rand des M. sternocleidomastoideus ist nicht erforderlich. Es genügt eine kosmetische Schnittführung von 5 - 6 cm Länge in den schräg ringförmig am Halse verlaufenden Hautfalten. Je nach der Segmenthöhe, die man an der Wirbelsäule erreichen will, liegt der Schnitt 1 - 4 Querfinger oberhalb des re. Schlüsselbeins. Das Platysma wird in der Schnittlinie durchtrennt und mit der Haut nach oben und unten abgeschoben. Am Vorderrand des so freigelegten M. sternocleidomastoideus gelangt man in die Tiefe. Die großen Gefäße werden nach seitlich und die Schilddrüse nach medial abgedrängt. Die Vorderfläche der HWS liegt dann in genügender Ausdehnung vor, und meist läßt sich der abgebrochene Wirbelkörper tasten. Dies kann bei Vorhandensein von Wirbelkörperfrakturen allerdings schwierig sein. Deshalb ist es sicherer, Markierungsnadeln einzustecken und ihren Sitz mit dem Bildwandler zu kontrollieren. Nach Abtrennung der Scalenusmuskeln am gebrochenen und an den anliegenden Wirbelkörpern und nach Spaltung des vorderen Längsbandes in der Mittellinie erhält man einen guten Überblick über die vorliegenden Wirbelkörpertrümmerbruchstücke. Da eine stabile Knochenverblockung die Einbolzung des Blockes in den oben und in den unten anliegenden Wirbelkörpern erfordert, müssen beide Bandscheiben vollständig entfernt werden. Lediglich nach dorsal kann eine schmale Schicht des Anulus fibrosus stehenbleiben, wenn er nicht durchgerissen ist. Bei Zerreißung des rückwärtigen Anulus-Teiles ist sorgfältig nach in den Periduralraum verlagerten Bandscheibenstücken zu suchen. Das Bett für den Knochenblock wird mit Meißel, Luer-Zange oder Zahnarztbohrer im gebrochenen und den beiden angrenzenden Wirbelkörpern vorbereitet, nachdem lockere Spongiosatrümmer entfernt wurden. Die Operation wird am besten bei liegender Crutchfield-Klammer ausgeführt, und nach Ausräumung der Bandscheibe soll der Längszug etwas verstärkt werden. Dadurch streckt sich das Spanbett ein wenig und durch das Trauma evtl. verengte Intervertebrallöcher werden zugleich erweitert (4). Der Beckenschaufelspan soll sich schlüssig in das vorbereitete Bett einpassen lassen. Unter schrittweiser Verringerung des Längszuges und Abnahme der Crutchfield-

Klammer preßt sich der Span durch den wiederkehrenden Muskelzug fest in sein Bett. Zusätzlich kann der Span durch Drahtfixierung gesichert werden (34).

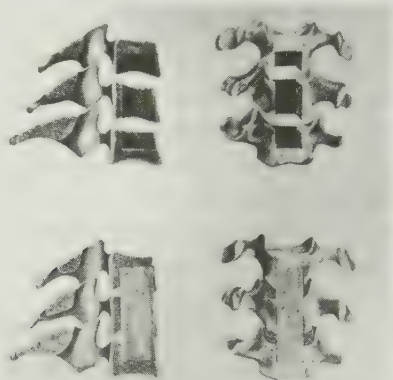


Abb. 7 Schemazeichnung einer Knochenverblockung an der HWS für zwei Bewegungssegmente. Oben vorbereitetes Bett für Corticalis-Span, unten Span eingepaßt.

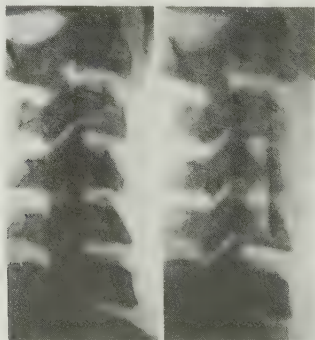


Abb 8 a) Kompressionsfraktur des 4. und 5. HWK mit stark kyphotischer Knickung. Sofort angelegter Crutchfield-Zug streckt die HWS. Anfängliche Tetraplegie.
b) Am 8. Tag nach Unfall wird ein aus dem Becken entnommener ziegelsteinartiger Span eingesetzt, der die HWS streckt und stabilisiert. Die Tetraplegie verschwindet vollkommen.

Eine weitere Möglichkeit für die Stabilisierung von Halswirbelkörperfrakturen besteht in der Anwendung einer erhärtenden Kunststoffplombe (Palacos-Plombe) anstelle des Knochenspans. Ihr Vorteil ist die sofortige völlige Belastungsfähigkeit. Deshalb liegt ihr Hauptanwendungsgebiet bei Halswirbelkörperbrüchen- besonders wenn gleichzeitig eine Luxation vorliegt - mit teilweiser oder vollkommener Querschnittslähmung. Der Verletzte kommt sofort von der Crutchfield-Klammer, die Pflege ist sehr erleichtert und das Drehen des Tetraplegikers ist vom Operationstage ab ohne Bedenken möglich (34).

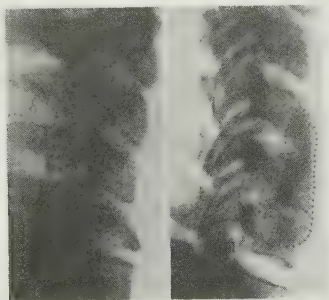


Abb. 9 a) Kompressionsfraktur mit Rückverschiebung des 5. HWK mit vollkommener Tetraplegie.
b) Nach Ausräumung der Knochenfragmente Stabilisierung mit Palacos. Tetraplegie etwas gebessert.

Bushe sieht eine zwingende Indikation zum aktiven operativen Vorgehen, wenn die Myelographie und der Queckenstedt'sche Versuch Hinweise auf einen Block geben. Ein weiterer Befürworter des operativen Vorgehens ist Jaeger. Grote (23) befürwortet die Behandlung cervikaler Luxationsfrakturen durch ventrale Fusion. Er verwendet dabei autoplastische, homoioplastische oder heteroplastische Knochendübel, die nach Ausräumen der Bandscheibe zwischen verletzte Wirbel von ventral her eingeschlagen werden (50).

Die ventrale Fusion hat den Nachteil, daß nicht die ganze HWS von vorne erreicht werden kann. Die obere Grenze der Erreichbarkeit mit gleichzeitigem Einsetzen eines Knochenblock-

kes ist die Bandscheibe C₂ - C₃. Bis in den Dens epistrophei kann aber z.B. bei Pseudarthrosen des Dens noch ein Knochen-span vorgeschoben werden. Ausreichende Stabilität nach der vorderen Versteifung mit einem Knochenblock allein ist nur gegeben, wenn die hinteren Elemente der HWS weitgehend intakt sind, also keine stärkere Diastase zwischen den Dornfortsätzen besteht. Der eingesetzte Knochenblock ist dann nicht ausreichend fixiert und es kann zu einem Herausrutschen des Spanes nach vorne kommen (4).

bb) Die Fusion von hinten führt man in Allgemeinnarkose bei Bauchlage des Patienten nach frischen oder alten Luxationen der HWS und bei Verrenkungsbrüchen durch. Gewöhnlich handelt es sich um die untere Hälfte der HWS. Nach Längsdurchtrennung der Weichteile werden die Dornfortsätze und hinteren Bogenanteile subperiostal freigelegt. Nach vollkommener Einrichtung der Verrenkung wird je ein Dornfortsatz unmittelbar oberhalb und unterhalb der Verrenkung an seiner Basis horizontal von rechts nach links durchbohrt. Durch den Bohrkanal wird ein 0,8 mm starker rostfreier Stahldraht mit seinen Enden von beiden Seiten her durchgeschoben. Durch Anspannen der Drahtenden wird je eine feste Schlinge um die der Verrenkung entfernt gelegene Hälfte der Dornfortsätze gebildet. Durch festes Anziehen bzw. Zusammendrehen der Drähte zu beiden Seiten der Dornfortsätze kommt es zu einer stabilen Fixation der reponierten Wirbel. Spongiosastücke werden dann noch angelegt, um eine frühzeitige solide Fusion zu erreichen (57).

Als Nachteile sind hier die wesentlich stärkere Blutung als beim vorderen Zugang und die entstellende Narbe anzuführen. Schwerwiegender ist jedoch die Verengung der Foramina intervertebralia durch das Zusammenziehen der Dornfortsätze zur Lordosierung der HWS (4).

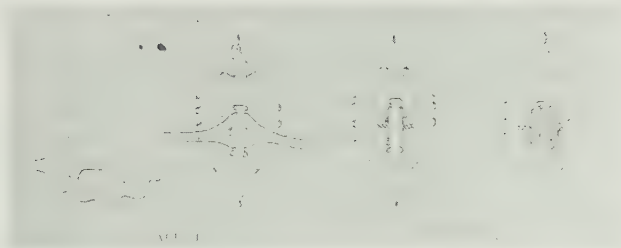


Abb. 10 Vorbohren des Kanals durch die Basis des Dornfortsatzes, Durchziehen der Drahtschlingen, Zusammen-drehen der Drahtenden und Anlegen von Spongiosa-stücken.

cc) Die kombinierte vordere und hintere Versteifung.

Der Vorteil dieser Methode ist die absolute Stabilität. Die kombinierte Spondylodese wird in einem Operationsakt ausgeführt. Dazu wird der Verletzte auf ein Drehbett gelagert, um das Drehen zu den beiden Operationsakten zu erleichtern. Die Methode der kombinierten Versteifung ist indiziert bei ausgedehnten Zerreißen der hinteren Anteile der Wirbelsäule, wenn nicht von vorne mit einer Platte stabilisiert wird und bei veralteten Bandscheibenzerreißen mit stärkerer Diastase der Dornfortsätze (4).

2) Puhl (54) hält Spätoperationen nach folgenden Kriterien für erforderlich:

a) Die Spätlaminektomie ist angezeigt, wenn sich nach anfänglicher Besserung eines neurologischen Befundes wieder eine Verschlechterung einstellt, die durch konservative Therapie nicht beeinflussbar ist oder wenn sich neurologische Spätkomplikationen ergeben.

b) Bei bleibender schmerzhafter Instabilität des vorgeschädigten Wirbelsäulenabschnittes mit drohendem oder zunehmendem Haltungsverfall oder bei posttraumatischer Arthrose der kleinen Wirbelgelenke ist die sekundäre Wirbelversteifung indiziert.

C) Abwägung der verschiedenen Behandlungsmethoden

Gegen das frühe operative Vorgehen lassen sich theoretisch zwei wesentliche Gesichtspunkte anführen (50): Eine Verletzung des Halsmarks führt sowieso zu einem irreversiblen neurologischen Schaden, der sich auch dadurch nicht beheben läßt, daß man das in den Markkanal eingedrungene Knochen- oder Bandscheibenfragment entfernt. Darüber hinaus wird der ohnehin schon verletzte Bandapparat durch eine Operation weiter geschädigt, wodurch der Halt zwischen den Wirbeln weiter vermindert und so die Gefahr einer Luxation mit nachfolgender Lähmung heraufbeschworen wird. Ein operatives Vorgehen halten Otto und Lindenberg nur dann indiziert, wenn nach dem Unfall bei anfangs fehlenden neurologischen Symptomen nach Stunden neurologische Ausfallserscheinungen auftreten, die durch eine Markkompression, meist durch Ruptur der Arteria vertebralis oder von Spinalarterien und -venen, bedingt sind. Tarlow konnte in Tierversuchen zeigen, daß Lähmungen durch Markkompression reversibel sind, wenn die Kompression nicht länger als zwei Stunden besteht.

Auch die Reposition frischer Luxationen und Luxationsfrakturen birgt die Gefahr in sich, daß durch das Repositionsmanöver weitere, vorher nicht vorhandene Lähmungen gesetzt werden. Im cranialen Teil der HWS ist die Gefahr der Markschädigung geringer.

Otto und Lindenberg (50) sind durch eigene Erfahrungen zu dem Ergebnis gelangt, daß die Mortalität bei Luxationen und Luxationsfrakturen mit und ohne Reposition gleich hoch ist. Sie sahen jedoch, daß es in einem Fall nach der Reposition zu einer vorher nicht vorhandenen Armlähmung kam, und in einem anderen Fall das Repositionsergebnis trotz der sorgfältigen Fixation in einem Gipsverband wieder verloren ging. Dies gab ihnen zu Bedenken gegen die Reposition Anlaß. Bestärkt wurden diese Bedenken dadurch, daß eine Reihe von Luxationsfrakturen unter der Behandlung durch milde Extension oder allein durch Ruhigstellung eine langsame Rückbildung der Verschiebung zeigten und später weder Bewegungseinschränkungen noch neurologische Ausfälle vorhanden waren.

Im eigenen Krankengut wurden insgesamt 140 Patienten (93,34 %) auf konservative Weise behandelt. Operativ wurden nur 5 (3,33 %) versorgt. Der Rest von 5 Patienten (3,33 %) erfuhr keinerlei Behandlung, da die Verletzungen so schwerwiegend waren, daß die Patienten bei der Aufnahme ins Krankenhaus oder kurz darauf starben. Die Verletzungen waren ausschließlich Luxationsfrakturen, die jeweils bei der Obduktion festgestellt wurden. Bemerkenswert erscheint noch, daß trotz der Forderung von Bruns und Kochers (47), bei jedem Verletzten auch die HWS zu untersuchen, viele der HWS-Verletzungen nicht oder erst später erkannt werden. Im eigenen Material wurden bei 107 HWS-Verletzten (73,33 %) die Verletzungen sofort erkannt, bei den übrigen 43 (26,67 %) wurde anfangs entweder das Ausmaß der eigentlichen Verletzung oder die Verletzung an sich nicht erkannt.

Obwohl in der Literatur schon vielfach abgelehnt, wurde die Glissonschnlle dennoch in der Mehrzahl der Fälle konservativer Behandlung eingesetzt. Nachfolgende Tabelle soll dies dokumentieren:

Zahl der konservativ behandelten Patienten: 140 (93,34 %)

Die Behandlung erfolgte mit

Glissonschnlle	: 65mal
Schanz'scher Krawatte	: 37mal
Lagerung	: 30mal
Crutchfield-Klammer	: 14mal
Kopf-Hals-Thorax-Gips	: 14mal
Plexidurstütze	: 12mal
manuelle Reposition	: 8mal

In 32 Fällen wurde die Glissonschnlle, in 6 Fällen die Crutchfield-Klammer allein verwendet. Bei den übrigen wurden zwei oder mehrere konservative Maßnahmen angewendet, so daß wir auf 180 rein konservative Behandlungen kommen. Es erscheint hierzu noch bemerkenswert, daß in 6 von 12 Fällen, in denen anschließend an die konservative Behandlung eine Plexidurstütze verordnet wurde, eine Densfraktur vorlag.

Bei den operativ Behandelten wurden je zweimal eine ventrale Fusion nach Cloward und eine Spanschienung von dorsal gemacht. Einmal wurde eine Laminektomie durchgeführt, wobei in den

Rückenmarkskanal verlagerte Fragmente entfernt wurden. Die operativen Eingriffe zeigten gute Ergebnisse und waren, auch wenn man strenge Maßstäbe setzt, in drei Fällen indiziert: Die Laminektomie (Fall 71) wegen der Fragmente im Rückenmarkskanal; eine Spanschienung von dorsal bei Morbus Bechterew (Fall 96), wobei konservative Maßnahmen bereits gescheitert waren; die freie Transplantation eines Tibiaspans zur Abstützung des Kopfes gegen die HWS nach einer Densfraktur-Ausheilung vorerst unter Pseudarthrosebildung (Fall 131) - um eine Rückbeugung des Kopfes und damit Abrutschen des Dens in den Rückenmarkskanal zu verhindern.

Von den insgesamt 192 Verletzungen der HWS bei 150 Patienten wurden 184 auf konservative Weise behandelt. Die Mehrfachverletzungen der HWS sind in dieser Zahl enthalten. Dabei handelte es sich um:

einfache Frakturen	: 53
Kompressionsfrakturen	: 31
Subluxationen	: 28
Luxationsfrakturen	: 21
Distorsionen	: 20
Contusionen	: 14
Luxationen	: 11
Abscherungen	: 6

80 der konservativ behandelten Patienten hatten neurologische Komplikationen, davon waren 41 Querschnittslähmungen (Tetraparesen und Tetraplegien) und 39 partielle Ausfälle.

Chirurgisch wurden behandelt:

Luxationsfrakturen	: 3
Kompressionsfrakturen	: 2
einfache Fraktur	: 1
Luxation	: 1
Densfraktur	: 1

Dabei lagen in 3 Fällen je zwei Verletzungen vor und in 2 Fällen nur eine. Von diesen 5 Patienten hatten 2 eine inkomplette Tetraplegie, 2 partielle Ausfälle und 1 blieb ohne neurologische Komplikationen.

D) Übungs- und Nachbehandlung

Sowohl bei Patienten ohne als auch mit neurologischen Komplikationen muß schon vom ersten Tag an mit krankengymnastischer Behandlung aller gelähmten und nicht gelähmten Gliedmaßenabschnitte begonnen werden. Bei HWS-Verletzten ist eine zusätzliche Atemgymnastik besonders wichtig (43). Diese hat sich zur Pneumonieprophylaxe bei jedem Querschnittsgelähmten besonders bewährt, wenn sie mindestens in zweistündigen Abständen - auch und besonders nachts - durchgeführt wird (62). Ziel dieser Behandlung ist eine Kräftigung nicht gelähmter Körperabschnitte, die Verhütung von Versteifungen und Kontrakturen in den gelähmten Bereichen (insbesondere beim Spastiker) und die Vermeidung von Thrombosen. Durch eine ständige Drehbehandlung, zunächst alle zwei, später alle drei Stunden, lassen sich Druckgeschwüre vermeiden. Hierzu sind bis zum Abheilen drei bis vier Helfer Tag und Nacht erforderlich, damit Verschiebungen an der Wirbelsäule vermieden werden. Die Lagerung des Patienten auf Schaumgummiquadernmatratzen stellt eine weitere Vorbeugungsmaßnahme dar. Gleichzeitig beginnt man mit Beschäftigungstherapie, die zunächst als allgemeine Maßnahme, später als funktionell ausgerichtete Behandlung dient.

Die Lähmung der Blase erfordert in den ersten Wochen, bis sich ein Eigenrhythmus eingestellt hat, die Entleerung mittels Katheter. Katheterisiert man unter sterilen Bedingungen in Abständen von 6 - 8 Stunden, bleiben Harnröhrenfisteln aus, der Urin kann in vielen Fällen steril gehalten werden. Ansonsten ist eine gezielte antibiotische Behandlung erforderlich. Die Darmentleerung erfolgt anfangs mit Einläufen, später durch Abführmittel in gleichmäßigen Abständen.

Nach genügender Festigung der knöchernen Verletzungen wird der Patient einer Schulung im Sitzen mit Gleichgewichtsübungen, im Stehen und im Gehen unterzogen. Er wird hierzu mit Faltsessel, Stützapparat und Urinalen ausgestattet. Bei komplikationslosem Verlauf kann der Pat. 6 - 8 Monate nach dem Unfall aus der Klinik entlassen werden. Voraussetzung ist jedoch, daß diese Behandlung konsequent durchgeführt wird (43).

Im eigenen Patientengut erfolgte bei 134 Patienten eine

stationäre Behandlung, die durchschnittlich 3,18 Monate dauerte. 16 Patienten wurden nicht stationär behandelt; 11 von diesen hatten Verletzungen leichter Natur, die keiner klinischen Behandlung bedurften; die übrigen 5 starben bereits bei der stationären Aufnahme. Der Krankenhausaufenthalt dauerte zwischen 0 Tagen und 36 Monaten.

Im Anschluß an die stationäre Behandlung wurde bei insgesamt 117 Patienten (78 %) eine ambulante Behandlung angegeben. Von diesen mußten 15 auf Dauer ambulant behandelt werden, bei 6 erfolgte keine nähere Angabe über die Dauer. Die restlichen 96 Patienten wurden im Durchschnitt 4,52 Monate ambulant behandelt. Bei 33 Verletzten erfolgte keine ambulante Nachbehandlung.

63 Patienten (42 %) erhielten außerdem eine Nachbehandlung in Form einer gezielten Übungsbehandlung im Rahmen eines Klinikaufenthaltes, der im Durchschnitt 2,8 Monate betrug. Eine derartige Behandlung wurde ausschließlich in eigens dafür eingerichteten Rehabilitationszentren durchgeführt.

VI) Behandlungsergebnisse

A) Heilungsverlauf und Heilungsdauer

In der überwiegenden Mehrzahl der knöchernen HWS-Verletzungen wurde durch die Behandlung eine feste knöcherne Bruchheilung erzielt. In 10 von insgesamt 118 Frakturen erfolgte die Ausheilung unter Bildung einer Pseudarthrose. Darunter waren:

Dornfortsatzfrakturen	: 7 (28 % der Dornfortsatzfrakturen)
Bogenfrakturen	: 2 (11,11 % der Bogenfrakturen)
Densfrakturen	: 1 (9,09 % der Densfrakturen)

Im Unterschied zu diesen Ergebnissen kommt Jonasch (32) zu dem Schluß, daß 70 % der Dornfortsatzfrakturen pseudarthrotisch heilen. Diese Zahl ist jedoch auf die gesamte Wirbelsäule bezogen. Bei den Densfrakturen erfolgt die Pseudarthro-
sebildung nach Schmitt und Löhr (60) in 22,6 % der Fälle. Die übrigen Frakturen heilten unter knöcherner Konsolidierung aus, vorausgesetzt die Patienten starben nicht vorher.

Die Ausheilung erfolgte, soweit es aus den Akten zu entnehmen war, unter:

Zwischenwirbelraumverschmälerung	: 57mal
Gibbusbildung	: 43mal
Blockwirbelbildung	: 19mal

Bei den leichteren Fällen von HWS-Verletzungen ergab sich in 18 Fällen eine Restitutio ad integrum, in den meisten Fällen jedoch lag eine Bewegungseinschränkung und damit verbunden lange anhaltende Beschwerden vor (siehe auch hierzu Tabelle über Symptomatologie). Bei den Patienten mit neurologischen Komplikationen werden die Behandlungsergebnisse zwischen konservativ und chirurgisch Behandelten gesondert betrachtet. Als Heilung wird im folgenden ein Zustand bezeichnet, der funktionell dem vor dem Unfallereignis bestehenden entspricht, also keinerlei Beschwerden verursacht.

Behandlungsergebnisse bei Patienten mit Querschnittslähmungen:
Konservativ Behandelte: 41

	Tetraparese	Tetraplegie	insgesamt
Heilung	-	-	-
Besserung	14	6	20
Ungebessert	-	6	6
Exitus	3	13	16

Bei 1 Patienten mit Tetraparese (Fall 57) trat für einige Jahre eine Besserung auf, er starb dann jedoch an Altersschwäche.

Chirurgisch Behandelte: 2

	Tetraparese	Tetraplegie	insgesamt
Heilung	-	-	-
Besserung	-	2	2
Ungebessert	-	-	-
Exitus	-	-	-

Behandlungsergebnisse bei Patienten mit partiellen Ausfällen:
Konservativ Behandelte: 39 Chirurgisch Behandelte: 2

Heilung	: 11	Heilung	: 1
Besserung	: 22	Besserung	: 1
Ungebessert	: 6	Ungebessert	: -
Exitus	: -	Exitus	: -

Insgesamt gesehen verzeichnete die Behandlung befriedigende bis gute Ergebnisse. Es kam zwar in keinem Fall von aufgetretener Querschnittslähmung zu einer Heilung, jedoch trat immerhin sowohl bei 20 konservativ als auch bei den 2 chirurgisch Behandelten eine Besserung ein. Das sind fast die Hälfte aller Querschnittsgelähmten. Ungebessert blieben lediglich 6. 16 Patienten kamen trotz umfangreicher Behandlungsmaßnahmen ad exitum. Die geringe Zahl der chirurgischen Behandlungsversuche läßt einen Vergleich zwischen konservativen und chirurgischen Ergebnissen nicht zu, beide Methoden können zur Besserung führen.

Erfolgreicher verlief die Behandlung bei Patienten mit partiellen Ausfällen. Hier wurde in 12 Fällen eine Heilung und in 23 Fällen eine Besserung der Unfallfolgen erreicht. Im Fall 96, in dem neben traumatisch bedingten partiellen Ausfällen ein Morbus Bechterew vorlag, brachte die operative Behandlung ein vollständiges Verschwinden dieser Ausfälle. Nur bei 6 Patienten zeigte die Behandlung keine Besserung des Befundes. Die anhaltenden Verletzungsfolgen bedingten im Durchschnitt eine Arbeitsunfähigkeit der Betroffenen von 7,05 Monaten. Nach Dollhäubl (9) jedoch ist selbst nach schweren Wirbelbrüchen nach 3 - 6 Monaten wieder volle Arbeitsfähigkeit erreicht. Er räumt aber ein, daß erhebliche Schwankungen auftreten können. 21 Patienten des eigenen Krankengutes waren echte Pflegefälle; von diesen starben 7.

B) Erwerbsminderung

Bei der gutachterlichen Einschätzung von Verletzungsbefunden der HWS besteht noch weitgehende Unsicherheit. Es gibt weder einheitliche Lehrmeinungen noch ein exakt ausgearbeitetes Beurteilungsschema. Erhebliche Schwankungen in der Einschätzung des Erstbefundes und in der Berentung des Ausheilungsergebnisses, die bei der Durchsicht von Einzelgutachten immer wieder angetroffen werden, dürfen deshalb nicht verwundern (28). In ihrem Buch "Unfallbegutachtung" geben Günther und

Hymmen (24) folgende Richtlinien für die Beurteilung der Erwerbsminderung an:

	Prozentsatz
Dornfortsatzbruch	0
Querfortsatzbruch	0
Wirbelkörperbruch ohne Nervenbeteiligung, je nach der Leistungsfähigkeit der Wirbelsäule	10 - 20
Wirbelkörperbruch mit Beteiligung des Rückenmarks	50 - 100
Alleinige Blasen-, Mastdarmstörungen nach Wirbelbruch oder Bluterguß ins Rückenmark	30 - 100
Lähmungen beider Beine, der Blase und des Mastdarms nach Wirbelkörperbruch	100

Die Einschätzung der MdE muß sich auch auf den Gesamtbefund beziehen. Es wäre ein Fehler, diese nach der Angabe subjektiver Beschwerden allein oder nur aufgrund eines Röntgenbildes vorzunehmen. Die richtige Beurteilung, auch in Anbetracht der Dauer oder Neufestlegung der Erwerbsminderung, erfordert ein hohes Maß an Erfahrung und Einfühlungsvermögen von seiten des Gutachters (67). Es ist üblich, bei völlig normalem und komplikationslosem Heilverlauf einen Wirbelbruch nach Ablauf des zweiten Unfalljahres, wenn keine stärkere Achsenfehlstellung und kein Stabilitätsverlust vorliegt, mit einer Minderung der Erwerbsfähigkeit unter 20 % zu begutachten (66).

Dauernd bestehende Unfallfolgen ohne neurologische Ausfallerscheinungen sollte man nach Zimmermann (67) folgendermaßen entschädigen:

	Prozentsatz
Fehlstellung der Wirbelsäule ohne Schmerzen, Gibbus 20° und mehr	10 - 20
bei Skoliose	10 - 20
Fehlstellung mit Schmerzen, Gibbus 20° und mehr	25
bei Skoliose	25

Einer gesonderten Betrachtung bedarf die Begutachtung des Schleudertraumas, jedoch nicht deswegen, weil es etwa in den Vordergrund der Schadenfolgen schlechthin getreten wäre. Nach wie vor dominieren andere Verletzungsfolgen. Die Zahl der Schleudertraumen mußte im Rahmen der Zunahme der Verkehrsunfälle und der Verletzungen überhaupt steigen. Die Relation zwischen Verletzungsfolgen generell sowie den dominierenden Einzelverletzungen und den Schleudertraumen hat sich zugunsten der letzten verschoben. Dabei kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß infolge des wissenschaftlichen Interesses - und nachdem der Ausdruck Schleudertrauma auch in der Laienpresse bereits zu einem Standardbegriff wurde - diese Verletzungsfolgen vom medizinischen Laien, Geschädigten wie deren Berater, fast zur "Modeverletzung" qualifiziert wurde (55).

Relativ unproblematisch in versicherungsmedizinischer Hinsicht sind alle jene Schadenfälle, in denen die pathomorphologischen Befunde nach Schleudertraumen objektivierbar sind. Dies ist der Fall, wenn Verletzungsfolgen zum Tode führten und bei der Sektion Weichteilzerreißen und Blutung im Bereich der HWS gefunden werden. Dies gilt ebenfalls, wenn im Röntgenbild primär Frakturen und Luxationen der HWS erkennbar, bei der klinischen Untersuchung vorwiegend auf chirurgisch-orthopädischem und nervenfachärztlichem Gebiete eindeutige und typische krankhafte Veränderungen und Erscheinungen feststellbar sind.

Problematischer für die Beurteilung hingegen werden alle jene Schadenfälle, bei denen kein eindeutiger krankhafter Befund früher oder später objektivierbar ist. Allzu häufig werden subjektive Beschwerden als vegetative Störungen deklariert und darauf die Diagnose und die Beurteilung von Schleuderverletzungsfolgen gegründet. Die besonders in der Laienpresse zusätzlich dramatisierende Interpretierung möglicher schwerster Folgen nach Schleuderverletzungen zeitigt ihre ungünstige psychische Auswirkung (55).

Ein weiteres Problem für den Gutachter besteht darin, daß ein Trauma häufig eine bereits degenerativ vorgeschädigte Wirbelsäule trifft, insbesondere bei Leuten, die älter als

50 Jahre sind. Kann nun z.B. eine präexistente Spondylosis deformans bei einer isolierten Weichteilverletzung der Wirbelsäule den Krankheitsverlauf komplizieren ?

Diese Frage muß man grundsätzlich bejahen. Man weiß, daß eine Distorsion oder Kontusion der Wirbelsäule normalerweise nach 4 bis 6 Wochen klinisch ausgeheilt ist. Auf der anderen Seite sieht man jedoch häufig, daß ältere Leute, die eine röntgenologisch sichtbare degenerative Vorschädigung zeigten, meist 8 - 12 Wochen über Beschwerden klagen, ohne daß sich auf dem Röntgenbild Zeichen einer frischen Verletzung finden. Da man aus pathologisch-anatomischer Sicht weiß, daß der Organismus für die Vernarbungs- und Ausheilungsvorgänge am Bindegewebe beim alten Menschen längere Zeit benötigt, kann man also zusammenfassend sagen: Ein degenerativer Vorschaden der Wirbelsäule bedingt eine glaubhafte Verlängerung des Krankheitsgeschehens. Ob sich eine präexistente Spondylose durch den Unfall verschlimmert hat, kann man durch klinische Zeichen nicht beurteilen. Einen verbindlichen Aussagewert besitzen einzig und allein Röntgenbilder in Form von Verlaufskontrollen. Eine eindeutige Verschlimmerung der Spondylose kann nur dann angenommen werden, wenn etwa 4 bis 6 Wochen nach dem Unfallereignis und zumeist am Ort der Gewalteinwirkung plötzlich eine Exacerbation der Spondylose eintritt. Diese Vorgänge sind meist ganz umschrieben lokalisiert und nach 6 bis 9 Monaten soweit beendet, daß die Spondylose dann wieder in den normalen schicksalsmäßigen Verlauf einmündet (11).

Im eigenen Patientengut waren insgesamt 129 berufsgenossenschaftlich Versicherte. 113 von diesen erhielten eine Rente, davon 72 eine Dauerrente. Die Rente wurde, bis sie schließlich entzogen oder auf Dauer gewährt wurde, bis zu zweimal in Höhe und Laufzeit neu festgelegt. In der folgenden Übersicht sind bei der Zahl der ersten Rentenempfänger diejenigen mit sofortiger gleichbleibender Dauer-MdE nicht berücksichtigt.

	Höhe (%)	Dauer (Monate)	Zahl der Empfänger
1. MdE	42,77	7,32	72
2. MdE	30,90	7,70	22
3. MdE	25,00	6,75	4

Nach Lob (40) liegt die Rente nach Erlangung der Arbeits-

fähigkeit zum Übergang bei 20 - 30 %.

Die Höhe der Dauer-MdE lag in dem Intervall zwischen 20 % und 100 %, im Durchschnitt bei 55,76 %. Voll erwerbsunfähig (MdE 100 %) waren 20 Patienten, das sind 27,77 % der Dauerrentner.

Eine Berufshilfe mußte in 9 Fällen gewährt werden; die Verletzten wurden also einer leichteren, ihrem Zustand angemessenen Tätigkeit zugeführt. In 8 Fällen wurde die Arbeit nicht mehr aufgenommen, entweder waren die Patienten kurz vor der Pensionierung oder ein Arbeitsversuch scheiterte an deren Uneinsichtigkeit.

Dabei ist die Rückgliederung in das Alltags- und Berufsleben von großer Wichtigkeit, besonders für Querschnittsgelähmte. Soweit irgendwie möglich, sollte sie unbedingt durchgeführt werden. Besonders der Querschnittsgelähmte muß immer wieder auf den Wert seiner ihm verbliebenen Fähigkeiten hingewiesen werden; eine gute psychologische Betreuung ist von großer Bedeutung, ebenso wie eine sinnvolle sportliche Betätigung (43).

Diskussion

Vorliegende Arbeit zeigt, daß der Anteil der Verkehrsunfälle als Ursache von HWS-Verletzungen im Ansteigen begriffen ist. Vor allem das Schleudertrauma spielt durch den Bau von Fahrzeugen zunehmender PS-Stärke und der daraus resultierenden höheren Geschwindigkeit eine nicht unerhebliche Rolle. Man ist zwar bestrebt, durch den Ausbau der Sicherheitseinrichtungen wie "Knautschzonen", Kopfstützen und Dreipunktsicherheitsgurte den Schutz der Verkehrsteilnehmer zu verbessern, solange deren Vorhandensein und Anwendung jedoch nicht Pflicht ist, bleiben sie nur auf einen bestimmten Personenkreis beschränkt. Einer besonderen Gefährdung unterliegen Menschen, die bereits eine vorgeschädigte HWS haben oder sich im fortgeschrittenen Alter befinden. Im eigenen Krankengut hatten 42 % der Patienten eine Vorschädigung, während das Durchschnittsalter bei 42,4 Jahren lag. Von den Verletzungen betroffen wurden vor allem die obere HWS und noch mehr die untere HWS, analog der dort gehäuft auftretenden Vorschädigungen. Bei der Diagnostik ist neben einer exakten klinischen Untersuchung die röntgenologische Untersuchung die Methode der Wahl. Trotz verbesserter Methoden der Kontrastmitteldarstellung sollten sie wegen nicht von der Hand zu weisender Belastung für den Patienten nur bei unklaren Verletzungen zur Anwendung gelangen.

Die Frage, ob die operative Behandlung gegenüber der üblichen konservativen Behandlung bessere Ergebnisse bringt, kann wegen der geringen Zahl der operativen Maßnahmen im eigenen Krankengut nicht beantwortet werden. In den 5 Fällen wurden gute Erfolge erzielt. Namhafte Autoren hatten über Jahre versucht, den operativen Behandlungsmethoden zum Durchbruch zu verhelfen. Jetzt befürwortet man dagegen wieder mehr und mehr die Behandlung auf konservative Weise durch milde Extension mit der Crutchfield-Klammer oder durch Lagerung und erzielt dabei gute Ergebnisse.

In der Praxis konnte die Crutchfield-Klammer trotz vieler Vorteile die Glissonschiene bisher nicht verdrängen.

Nach eingehendem Studium der Literatur und des eigenen Krankengutes gelangt man zu dem Schluß, daß operative Behandlungsmethoden unter strenger Indikationsstellung lediglich als eine

Ergänzung der konservativen Methoden dienen sollten.

Die trotz intensiver Behandlung lang anhaltende Symptomatik ist charakteristisch für HWS-Verletzungen. Sind die Verletzungen mit neurologischen Störungen verbunden, so stehen diese verständlicherweise im Vordergrund. Sie bedeuten für den Patienten, sofern er am Leben bleibt, eine körperliche und seelische Katastrophe. Insgesamt 56 % der eigenen Patienten hatten neurologische Ausfälle, von diesen wiederum mehr als die Hälfte Querschnittslähmungen. Bei keinem der Querschnittsgelähmten wurde eine Heilung erzielt. Die Mortalität lag bei 14 % in der Zeit von 1962 - 1972. Sie konnte dank der Einrichtung von Zentren für Querschnittsgelähmte und der verbesserten therapeutischen Möglichkeiten gegenüber früher gesenkt werden. Auch die Behandlungsergebnisse konnten dadurch gebessert werden.

Zusammenfassung

Es wurden 150 Fälle von HWS-Verletzungen aus dem Zeitraum 1962 - 1972 ausgewertet. Dem Verletzungsmechanismus nach wurde zwischen direkter und indirekter Traumatisierung unterschieden, wobei die indirekte mit 80,61 % überwog. In den meisten Fällen waren Verkehrsunfälle (73) die Ursache, gefolgt von Sturzereignissen (55), Fallen eines Gegenstandes auf den Kopf oder die HWS (14), Kopfsprünge in seichtes Wasser (5) und 3 Unfälle anderer Art. Dabei waren 26 % der Verletzungsursachen Schleudertraumen. 88,67 % der Betroffenen waren männlichen Geschlechts, das Durchschnittsalter betrug 42,4 Jahre mit einer Häufung im 6. Lebensjahrzehnt.

Anschließend wurde auf die verschiedenen Verletzungsarten eingegangen. Bei den 150 Patienten lagen insgesamt 192 Verletzungen vor, davon waren 118 Frakturen. Die Verletzungen gliedern sich auf in einfache Frakturen (54), Kompressionsfrakturen (32), Subluxationen (28), Luxationsfrakturen (25), Distorsionen (20), Contusionen (14), Abscherungen (6). Am häufigsten betroffen war der Halswirbelkörper (49mal), gefolgt von Dornfortsatz (25mal), Bogen (18mal), Gelenkfortsatz 13mal), Dens (11mal) und Querfortsatz (2mal). Durch das Unfallereignis wurden in 109 Fällen ein, in 18 Fällen zwei und in 2 Fällen drei Halswirbel betroffen. In den übrigen 21 Fällen handelte es sich

um reine Distorsionen und Contusionen. Eine Vorschädigung fand sich bei insgesamt 42 % der Patienten.

Verletzungen traten gehäuft im Bereich der oberen und unteren HWS auf. Am meisten betroffen war der 6. HW (46mal), gefolgt vom 5. (31mal) und 2. HW (26mal). Als Symptome traten meist Bewegungseinschränkung (62mal), Bewegungsschmerz und Druckschmerz (jeweils 51mal) auf.

84 Patienten hatten neurologische Ausfälle, davon waren 43 Querschnittslähmungen und 41 partielle Ausfälle. Bei ersteren wurde niemals eine vollständige Heilung erzielt, jedoch in 22 Fällen eine Besserung; ungebessert blieben lediglich 6 und 16 Patienten kamen im Laufe der Behandlung ad exitum. Dazu starben 5 Patienten bereits kurz nach der Aufnahme, so daß wir auf eine Mortalität von 14 % kommen. Bei den partiellen Ausfällen erfolgte in 12 Fällen eine vollständige Heilung und 23mal eine Besserung der neurologischen Komplikationen. Es blieben wiederum 6 Fälle ohne Besserung.

Von Nebenverletzungen wurden insgesamt 122 Patienten betroffen. In erster Linie fanden sich Schädel-Hirn-Traumen, die sich aufteilen in Commotio cerebri (56), Contusio cerebri (4), knöcherne Verletzungen (2) und Schädelprellungen (36). Die Behandlung erfolgte bei 140 Patienten auf konservative Weise. Operativ wurden nur 5 versorgt, während 5 Patienten keine Behandlung im eigentlichen Sinne erfuhren, da sie bereits kurz nach der Aufnahme starben. Trotz der Vorteile der Crutchfield-Klammer wurde dennoch die Glissonschlinge am häufigsten bei der konservativen Behandlung eingesetzt. Die geringe Zahl der chirurgischen Behandlungen läßt einen Vergleich zwischen konservativen und chirurgischen Ergebnissen nicht zu.

Bei 117 Patienten wurde im Anschluß an die stationäre Behandlung, im Durchschnitt 3,18 Monate, eine ambulante Behandlung durchgeführt, die durchschnittlich 4,5 Monate dauerte. 63 Patienten erhielten darüber hinaus eine Nachbehandlung im Rahmen eines Aufenthaltes in einem der Rehabilitationszentren, die im Durchschnitt 2,8 Monate in Anspruch nahm. Die Arbeitsunfähigkeit betrug im Schnitt 7 Monate. Von den 129 berufsgenossenschaftlich Versicherten erhielten 113 eine

Rente, davon 72 eine Dauerrente. Die Höhe der Rente betrug bei Beginn der Arbeitsfähigkeit rund 40 % im Durchschnitt und wurde für 7,32 Monate gewährt. Die Höhe der Dauerrente betrug durchschnittlich 55,76 %, wobei 20 Patienten voll erwerbsunfähig waren (MdE 100 %).

Literaturverzeichnis:

- Albrecht, H.J.: Spaltbildung im vorderen und hinteren
Atlasbogen
Fortschr. Röntgenstr. 108, 543 / Aug. 1968 (1)
- Benninghoff, A., Goerttler, K.: Lehrbuch der Anatomie,
Bd. I, Urban und Schwarzenberg, München 1968 (2)
- Böhler, J.: Aus Böhler, L.: Technik der Knochenbruchbe-
handlung, Ergänzungsband, Maudrich
Wien 1963 (3)
- , Operative Behandlung von HWS-Verletzungen
Hefte Unfallheilk. 108, 132 / 1971 (4)
- Böhler, L.: Technik der Knochenbruchbehandlung, Band I,
Maudrich Wien 1951 (5)
- , Technik der Knochenbruchbehandlung, Ergän-
zungsband, Maudrich Wien 1963 (6)
- , Übungsbehandlung von Wirbelbrüchen
Hefte Unfallheilk. 108, 77 / 1971 (6 a)
- Bürkle de la Camp: Wirbelsäulenverletzungen beim Kraft-
fahrer, Klin. Med. (Wien) 14, 505 / 1959 (7)
- Dietrich, K.F.: Welche Diagnose würden Sie stellen ?
Med. Klin. 63, 332 A Passim / März 1968 (8)
- Dollhäubl: Beurteilung der Arbeitsfähigkeit nach Wirbel-
brüchen, Bericht über die Unfallmed. Ta-
gung in Lindau / Oktober 1967 (9)
- Dreyer, J.: Luxationsfrakturen der HWS, Bericht über
Unfallmed. Tagung in Baden-Baden / Okt. 1969 (10)
- , Probleme der Begutachtung angeborener und
erworbener Veränderungen der Wirbelsäule,
Rundtischgespräch
Bericht über Unfallmed. Tagung in Baden-
Baden / Okt. 1969 (11)

- Dreyer, J. u. Georgi, P.: Möglichkeiten und Grenzen
der Skelett-Szintigraphie für die Ortho-
pädie
Thieme Stuttgart 1972 (12)
- Emminger, E.: Das Schleudertrauma in der Begutachtung,
Mschr. Unfallheilk. 73, 102 / 1970 (13)
- , Schleudertrauma der HWS, Arch. Klin.
Chir. 83, 445 / 1966 (14)
- Erdmann, H.: Die röntgenologische Diagnostik der
Schleudertraumen der HWS, Verh. dtsh.
orthop. Ges. 54, 273 / 1968 a (15)
- , Schleuderverletzung der HWS, Hippokrates
Stuttgart 1973 (16)
- Exner, G.: Die HWS - Pathologie und Klinik
Thieme Stuttgart 1954 (17)
- Gay, J.R. and Abott, K.H.: Common whiplash - injuries
of the neck, J. Amer. med. Ass. 152, 1698 /
1953 (18)
- Gelehrter, G. und Vitalli, H.P.: Über die Verhältnisse
am Wirbelkanal bei Verrenkungen des Atlas
nach vorne, Arch. orthop. Unfallchir.
52, 27 / 1960 (19)
- , Verletzungsformen der HWS mit Ausnahme der
Kopfgelenke, Arch. orthop. Unfallchir.
52, 287 / 1960 (20)
- Gerstenbrand, F. und Zacherl, H.: Das Peitschenschlag-
trauma der HWS, Wien. Med. Wschr. 118,
799 / Sept. 1968 (21)
- Grah, H.: Das Schleudertrauma der HWS, Münch. Med.
Wschr. 112, Suppl. 49, 2267 / 1970 (22)
- Grote, W.: Behandlung cervikaler Luxationsfrakturen durch
ventrale Fusion, Chirurg 38, 138 / März 1967 (23)
- Günther, E. und Hymmen, R.: Unfallbegutachtung,
De Gruyter, Berlin 1972 (24)
- Hermann, H.D.: Das Schleudertrauma der HWS, Terminologie
und Diagnose, Med. Welt 42, 1797 / Okt. 1970 (25)

- Herrschaft, H.: Beteiligung der A. vertebralis bei der Schleuderverletzung der HWS, Arch. orthop. Unfall-Chir. 71, 248 / 1971 (26)
- Hinz, P.: Das Verhalten der HWS bei Simulation von Auffahrunfällen, Mschr. Unfallheilk. 72, 321 / Aug. 1969 (27)
- , und Plaue, R.: Die Begutachtung von Schleuder- und Abknickverletzungen, Stuttgart Thieme 1972 (28)
- Höhndorf, H.: Beitrag zur Dringlichkeit der Reposition unfallbedingter Halsmarkschädigung, Zbl. Chir. 96, 271 / 1971 (29)
- Hopf, A.: Erfahrungen mit der Anwendung der Crutchfield-Klammer, Arch. orthop. Unfallchir. 47, 227 / 1955 (30)
- Jahna, H. und Wittich, H.: Was kann man mit der konservativen Behandlung der Halswirbel-Frakturen, Luxationen und Luxationsfrakturen erreichen ? Hefte Unfallheilk. 108, 63 / 1971 (31)
- Jonasch, E.: Die isolierten, Brüche der Wirbeldornfortsätze, Mschr. Unfallheilk. 73, 97 / März 1970 (32)
- Junghanns, H.: Schleudertrauma der HWS (Rundgespräch), Langenbecks Arch. Klin. Chir. 316, 475 / 1966 (33)
- , Verblockungsoperation bei Frakturen der HWK, Mschr. Unfallheilk. 73, 443 / 1970 (34)
- König, E.: Der Querfortsatzbruch an der HWS, Mschr. Unfallheilk. 70, 225 / 1970 (35)
- Lausberg, G.: Spätschäden des Rückenmarks nach WS-Verletzungen, Dtsch. Med. Wschr. 102, Suppl. 49, 2267 / 1970 (36)
- , Akutmaßnahmen bei WS-Verletzungen mit und ohne Rückenmarksbeteiligung, Langenbecks Arch. Klin. Chir. 327, 981 / 1970 (37)

- Lenz, P.: HWS-Frakturen und Luxationen, Med. Diss.
U 62.6553 (38)
- Lob, A.: Die WS-Verletzungen und ihre Ausheilungen,
Thieme Stuttgart 1954 (39)
- , Aus Dollhäubl: Beurteilung der Arbeits-
fähigkeit nach Wirbelbrüchen, Bericht über
Unfallmed. Tagung in Lindau / Okt. 1967 (40)
- , Übersehen und Verkennen von Verletzungen
des knöchernen Wirbelskeletts, Mschr.
Unfallheilk. 75, 533 / 1972 (41)
- Maurer, H.J. und Schwarzhoff, V.: Unfallmechanismus
und Wirbelverletzung, Hefte Unfallheilk.
108, 13 / 1971 (42)
- Meinecke, F.W.: Rehabilitation von Querschnittslähmun-
gen, Rehabilitation, Umschau Frankfurt/M /
1965 (43)
- , Rückenmarksschäden bei Schleuderverletzun-
gen der HWS, Dtsch. Med. Wschr. 95, 1209 /
Mai 1970 (44)
- Menschik, A.: Verformung der Wirbelkörper, Hefte Unfall-
heilk. 108, 32/ 1971 (45)
- Müller, E.: Das Schleudertrauma der HWS und seine
verschiedenen Folgen, Dtsch. Med. Wschr.
91, 588 / 1966 (46)
- , Schleuderverletzungen des Kopfhalteappara-
tes, Internist (Berlin) 7, 89 / März 1966 (47)
- Mumenthaler, M.: Neurologie, Thieme Stuttgart 1967 (48)
- Musil, F.: Zur Technik der Behandlung von Luxations-
brüchen der HWS, Hefte Unfallheilk. 108,
70 / 1971 (49)
- Otto, K. und Lindenberg, D.: Behandlungsergebnisse bei
Frakturen und Luxationen der HWS, Mschr.
Unfallheilk. 71, 186 / Mai 1968 (50)

- Pia, H.W.: Die operative Behandlung cervikaler WS-
und Markverletzungen, Dtsch. Med. Wschr.
94, 97 / 1968 (51)
- Poigenfürst, J.: Die konservative Reposition nicht
frischer HW-Verrenkungen, Hefte Unfall-
heilk. 108 60/ 1971 (52)
- Pschyrembel, W.: Klin. Wörterbuch, De Gruyter
Berlin 1972 (53)
- Puhl, W.: Diagnose und Therapie der Wirbelkörperfraktu-
ren, Bericht über die Unfallmed. Tagung in
Baden-Baden / Okt. 1969 (54)
- Reichenbach, M.: Versicherungsmedizinische Probleme
beim Schleudertrauma der HWS
Hefte Unfallheilk. 110, 60 / 1972 (55)
- Rüdy, K.: Zustandekommen und Folgeerscheinungen von
Verletzungen der WS, Schweiz. Med. Wschr.
99, 1433 / Okt. 1969 (56)
- Russe, O.: Zur operativen Behandlung von Verletzungen
der HWS, Hefte, Unfallheilk. 108, 136 /
1971 (57)
- Schlegel, K.F.: Die akuten Schleuderverletzungen der
HWS und seine verschiedenen Folgen, Beitr.
Z. Orthop. 104, 265 / 1968 (58)
- , Nicht erkannte Frakturen und Bandscheiben-
zerreißen beim Schleudertrauma der HWS
Hefte Unfallheilk. 108, 32 / 1971 (59)
- Schmitt, G. und Löhr, E.: Zur Diagnostik und Klinik
traumatischer, entzündlicher und tumoröser
Veränderungen im atlanto-axialen Bereich,
Dtsch. Med. Wschr. 94, 421 / Feb. 1969 (60)
- Schurno, A.: Halswirbelluxation als Narkosefolge,
HNO 15, 361 / Dez. 1967 (61)
- Stoephasius: Intensiv-Maßnahmen bei frischen Wirbelver-
letzungen mit Lähmungen, Bericht über die
Unfallmed. Tagung in Lindau / Okt. 1967 (62)
- Uhlig, F.R.: Hyperextensionsverletzungen an der WS durch
Verkehrsunfälle, Med. Diss. U 60.2197 (63)

- Vogelsang, H.: Neuroradiologische Diagnostik bei WS-
Verletzungen, Dtsch. Med. Wschr. 94, 723 /
Apr. 1969 (64)
- Weinreich, M.: Schleuderverletzungen der HWS, Hefte
Unfallheilk. 94, 293 / 1969 (65)
- Weller, S.: Probleme der Begutachtung angeborener und
erworbener Veränderungen der Wirbelsäule,
Bericht über Unfallmed. Tagung in
Baden-Baden / Okt. 1969 (66)
- Zimmermann, G.: Die Begutachtung von Wirbelbrüchen,
Hefte Unfallheilk. 108, 205 / 1971 (67)

Bildquellen

- Abb. 1 : aus Puhl, W. (54)
- Abb. 2 : aus Hinz, P. und Plaue, R. (28)
- Abb. 3 : aus Hinz, P. und Plaue, R. (28)
- Abb. 4 : aus Otto, K. und Lindenberg, D. (50)
- Abb. 5 : aus Höhndorf, H. (29)
- Abb. 6 : aus Böhler, L. (3)
- Abb. 7 : aus Junghanns, H. (34)
- Abb. 8 : aus Junghanns, H. (34)
- Abb. 9 : aus Junghanns, H. (34)
- Abb. 10 : aus Russe, O. (57)

Lebenslauf

Ich wurde am 30.11.1947 als einziges Kind des Zahnarztes Dr. Georg Zöls und seiner Ehefrau Mathilde, geb. Oefeles, in Rotthalmünster geboren. Nach bestandenen Abitur am Tassilo-Gymnasium in Simbach/Inn im Jahre 1967 begann ich in dem selben Jahr mein Studium der Zahnmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Im Herbst 1968 legte ich das Vorphysikum und im Frühjahr 1970 das Physikum ab. Mein klinisches Studium beendete ich mit dem Staatsexamen am 21.12.1972.

Seit 2.4.1973 bin ich als wehrpflichtiger Zahnarzt bei der Bundeswehr in Pocking tätig.

